This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

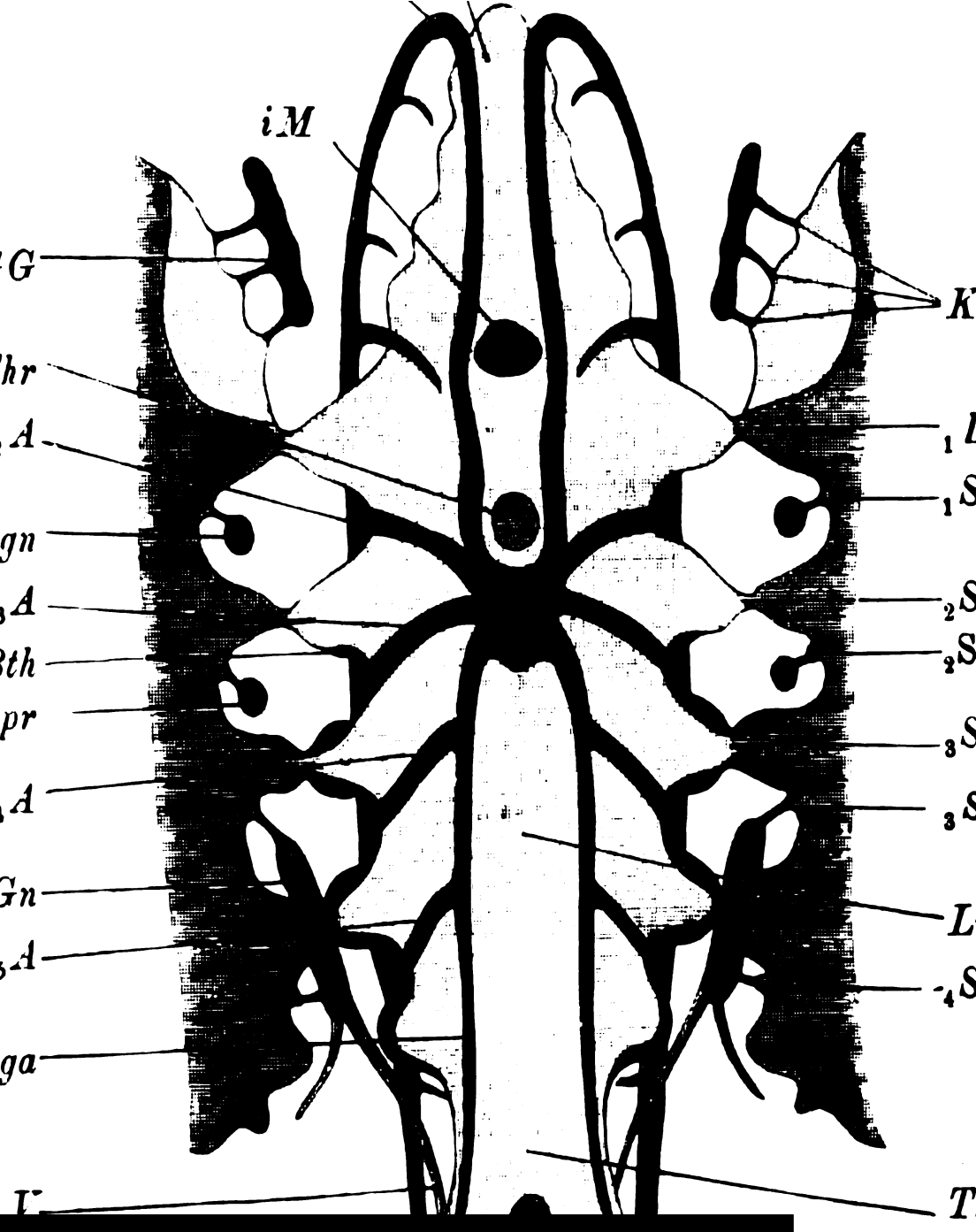
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Archiv für Anatomie
und Entwickelungsgeschichte

Digitized by Google

ARC
0828
.6

257.1

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 7383.

Apr. 18, 1887. Mar. 26, 1888

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,
PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1887.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1887.

Digitized by Google

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

ANATOMISCHE ABTHEILUNG DES

ARCHIVES FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

ZUGLEICH FORTSETZUNG DER

ZEITSCHRIFT FÜR ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON

PROF. AL. ECKER IN FREIBURG, PROF. W. HENKE IN TÜBINGEN, PROF. V. HENSEN IN KIEL, PROF. J. KOLLMANN IN BASEL, PROF. C. KUPFFER IN MÜNCHEN, PROF. C. LANGER IN WIEN, PROF. NATH. LIEBERKÜHN IN MARBURG, PROF. FR. MERKEL IN GÖTTINGEN, PROF. HERM. VON MEYER IN ZÜRICH, PROF. G. RETZIUS IN STOCKHOLM, PROF. NICOLAS RÜDINGER IN MÜNCHEN, PROF. G. SCHWALBE IN STRASSBURG, PROF. HERM. WELCKER IN HALLE

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE.

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

JAHRGANG 1887.

MIT 20 TAFELN UND ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT.

LEIPZIG

Digitized by Google

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Franklin P. Mall, Entwickelung der Branchialbogen und -Spalten des Hühnchens. (Hierzu Taf. I—III.) 1

Dimitri Tatarоff, Ueber die Muskeln der Ohrmuschel und einige Besonderheiten des Ohrknorpels. (Hierzu Taf. IV.) 35

Albrecht Budge, Untersuchungen über die Entwickelung des Lymphsystems beim Hühnerembryo. (Hierzu Taf. V u. VI.) 59

W. His, Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo. (Hierzu Taf. VII u. VIII.) 89

Wilh. Braune und Otto Fischer, Die Länge der Finger und Metacarpalknochen an der menschlichen Hand 107

C. Hasse, Ueber Gesichtsasymmetrien. (Hierzu Taf. IX.) 119

W. Bechterew, Ueber die hinteren Nervenwurzeln, ihre Endigung in der grauen Substanz des Rückenmarkes und ihre centrale Fortsetzung im letzteren. (Hierzu Taf. X.) 126

Ferdinand Hochstetter, Ueber das normale Vorkommen von Klappen in den Magenverzweigungen der Pfortader beim Menschen und einigen Säugethieren. (Hierzu Taf. XI.) 137

Max Grapow, Die Anatomie und physiologische Bedeutung der Palmaraponeurose 143

Karl Klotz, Untersuchungen über die Vena saphena magna beim Menschen, besonders rücksichtlich ihrer Klappenverhältnisse. (Hierzu Taf. XII.) . . . 159

Wilhelm His, Ueber das Photographiren von Schnittreihen 174

M. Straub, Die Lymphbahnen der Hornhaut 179

Otto Paulisch, Das vordere Ende der Chorda dorsalis und der Franck'sche Nasenkamm. (Hierzu Taf. XIII.) 187

Hermann Born, Ein seltener Fall von angeborener Atresie und Durchtrennung des Darmrohres mit entwickelungsgeschichtlich interessanten Verhältnissen am Peritoneum. (Hierzu Taf. XIV.) 216

P. Schiefferdecker, Beiträge zur Topographie des Darmes. (Hierzu Taf. XV.) 235

Werner von Noorden, Beitrag zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschlicher Embryonen. (Hierzu Taf. XVI.) 241

N. Kastschenko, Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens. (Hierzu Taf. XVII—XIX.) 258

Carl Strecker, Ueber die Condylen des Hinterhauptes 301

T. Drobnik, Topographisch-anatomische Studien über den Halssympathicus. (Hierzu Taf. XX) 339

Wilhelm His, Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung 368

Wilhelm His, Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven 379

Digitized by Google

Digitized by Google

Entwickelung der Branchialbogen und -Spalten des Hühnchens.

Von

Dr. med. Franklin P. Mall
aus Baltimore.

(Aus dem anatomischen Institut zu Leipzig.)[1]

(Hierzu Taf. I—III.)

In letzter Zeit hat die Branchialgegend neues Interesse erregt. Die alten Lehren über Bogen und „Spalten" sind einestheils bestätigt, anderentheils bestritten worden, sodass jetzt nicht zwei Schriftsteller vollständig über den Gegenstand übereinstimmen.

Die folgende Untersuchung umfasst alle Stadien des Hühnchens von der Zeit an, da die Branchialbogen eben erscheinen bis zum Ende der Brützeit, das Material war sorgfältig präparirt und in sehr dünne Schnitte zerlegt.

Die Arbeit wurde während des vergangenen Jahres unter Leitung des Hrn. Prof. Dr. His ausgeführt, dem ich ausserordentlich zu Danke verpflichtet bin, nicht allein für die unbeschränkte Freiheit in seinem Laboratorium arbeiten zu dürfen, sondern auch für die Methoden und Ansichten über verschiedene Punkte, welche er mir im Verlaufe meiner Arbeit gab.

Methoden.

Bei jüngeren Embryonen (bis zu 60 Stunden) wurde der ganze Eidotter, nachdem das Eiweiss sorgfältig entfernt war, in eine 10% Lösung

[1] Obige Arbeit ist schon im Frühsommer vorigen Jahres von Hrn. Mall abgeschlossen und mir im englischen Manuskript übergeben worden. Noch vor seiner Abreise nach Amerika hat der Verfasser eine deutsche Uebersetzung anfertigen lassen, bei nachträglicher Prüfung stellte sich aber dieselbe als unzureichend heraus, so dass sie einer vollständigen Umarbeitung bedurfte, und es hat sich dadurch, sowie durch die Abwesenheit des Verfassers der Abdruck der Arbeit erheblich verzögert. Die Arbeit trägt übrigens, wie man leicht bemerken wird, einen durchaus selbständigen Charakter.
His.

Digitized by Google

von Salpetersäure gebracht. Nach wenigen Minuten wurde das Blastoderm sorgfältig ausgeschnitten und mit einem Spatel in frische Säure übertragen, wo alsdann die Dotterhaut leicht entfernt werden konnte. Aus der Säure wurde der Embryo zuerst in schwachen Alkohol (30 bis 40°), dann in stärkeren (60°) Weingeist und endlich in absoluten Alkohol gelegt und zwar wurde letzterer mehrere Male erneuert, um mit Sicherheit alle Säure zu entfernen. Sehr oft misslang mir das vollständige Entfernen der Säure; ich nahm daher bei grösseren Embryonen (über zwei Tage alt) meine Zuflucht zum Alkohol als Härtungsmittel. Bei dieser Methode wurde auch der ganze Eidotter in die härtende Flüssigkeit geworfen, zuerst in 30° Alkohol, bis die Zellen wohl fixirt waren, dann wurde der Embryo aus dem Dotter entfernt und während einer halben Stunde in 40°, dann 50° und so fort bis zu 70° Weingeist, worin der Embryo aufgehoben wurde, gelegt.

Vor dem Färben wurden allen Embryonen eine Nacht in eine $^1/_2$% Lösung von Kalialaun gethan, dann in Salpetersäure gehärtet und endlich mit Hämatoxylin so lange gefärbt, bis sie intensiv schwarz waren, während diejenigen, welche in Alkohol gehärtet worden waren, 24 Stunden in Alaunkarmin lagen.

Nachdem die Embryonen gefärbt waren, wurden sie wieder in eine Alaunlösung während 2 bis 12 Stunden gebracht und sodann zuerst in schwachen, schliesslich in absoluten Alkohol gethan.

Nachdem der Embyo gefärbt und zum zweiten Male gehärtet worden war, kam er solange in Nelkenöl, bis der Alkohol ganz ausgezogen war.

Aus dem Nelkenöle wurde der Embryo während einer Nacht in Xylol gelegt und daraus in eine Mischung von halb Xylol und halb Paraffin[1] übertragen, welch' letztere Mischung in einem verschlossenen Schälchen gerade bis zum Schmelzpunkte erhitzt worden war. Nachdem der Embryo wohl durchtränkt von der Xylolparaffinlösung worden, that ich ihn in reines Paraffin, welches bis zum Schmelzpunkte erwärmt war und bewahrte ihn zwei bis drei Stunden in einem offenen Schälchen auf. — Den Embryo fischte ich nun sorgfältig mit einer Papierschachtel heraus, goss geschmolzenes Paraffin darüber und liess die Schachtel sofort auf kaltem Wasser schwimmen, damit das Paraffin sich ohne zu springen härtete. — Diese Methode verdanke ich Hrn. Dr. Altmann, Prosector am Anatomischen Institute.

Nachdem das Praeparat in Paraffin eingebettet war, wurde die Masse auf der Platte eines Jung'schen Mikrotoms befestigt. Damit die einzelnen

Digitized by Google

Monate die Schnitte aufbändeln und auf grosse Objectträger legen konnte. Die Schnitte wurden in Reihen gelegt und durch sanftes Drücken mit dem Finger auf dem Objectträger befestigt und sodann mit einer gesättigten Lösung von Schiessbaumwolle in absolutem Alkohol überpinselt. Nachdem sie nun, ohne erhitzt zu werden, durchweg trocken waren, wurde der ganze Objectträger mehrere Tage lang in Xylol getaucht. Nachdem nun das Paraffin ausgezogen war, wurde das Praeparat in Xylolcanadabalsam aufbewahrt.

Die Branchial-„Spalten" wurden nach Schnitten studirt; welche nie über 15 μ dick waren und ihr vollständiges Bild wurde durch Reconstruction nach der His'schen Methode geformt. Es genügt, wenn ich erkläre, dass nur nach dieser oder nach der Born'schen Methode[1] diese schwierige Region studirt werden kann. Der thatsächliche Befund zeigte, dass oft ein Körper dicht auf einem anderen oder unmittelbar neben demselben liegt und in solchen Fällen ist die Schnittdicke von 15 μ oft zu gross befunden worden. Es empfiehlt sich daher, dass die Schnitte nicht stärker als 10 μ gemacht werden.

---

messer, welches sich, mit etwas Spielraum um eine feste Axe dreht. Das Princip ist, wie die nachstehenden Figuren zeigen, folgendes: Das Rad wird so gesetzt, dass es etwas unter und vor dem Messer hängt (Fig. 1). Wenn das Messer über das Praeparat geht (Fig. 2), wird das Rad bis zur Stärke des zu schneidenden Schnittes erhoben, und zwar über und etwas hinter der Messerschneide, damit der Schnitt, ohne zu rollen, auf das Messer geschoben werden kann. Wenn der Schlitten zurückgeschoben

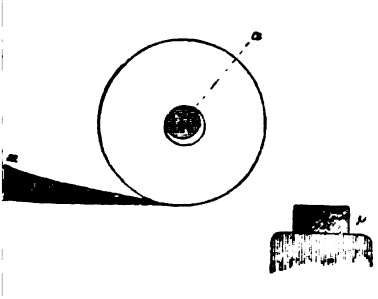


Fig. 1.

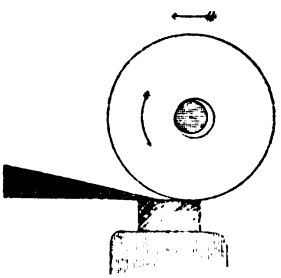


Fig. 2

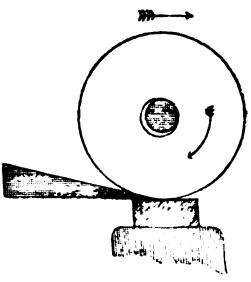


Fig. 3.

wird, um dann den nächsten Schnitt zu machen, so rollt das Rad über das Praeparat,

Digitized by Google

Die Branchialbogen.

a) Geschichte. Die Branchialbogen wurden im Jahre 1825 von Rathke[2] entdeckt. An einem Schweinsembryo, welcher sechs Linien lang war, bemerkte er dicht hinter dem Kopfe vier Schlitze, welche parallel zu einander und übereinander liefen; da sie an beiden Seiten gleich waren, so schloss er daraus, dass sie nicht künstlich sein könnten. Er setzte voraus, dass er diese Schlitze bei den Vögeln nicht finden würde, aber kurz nachher[1] erwähnt er, dass er dieselben Schlitze bei dem Hühnchen gefunden habe, wie vorher beim Schweine. Er sagt: „Am vierten und fünften Tage der Bebrütung kommen auf jeder Seite in der Substanz des Halses drei aufeinander folgende fast linsenförmige Höhlen zum Vorschein, deren jede nach aussen und innen geöffnet ist. Die äussere Mündung der vordersten Höhle wird übrigens von einem Theile, der ähnlich dem Kiemendeckel der Fische ist, verdeckt."

Bald nachher erwähnt Huschke,[2] dass sie auch im Salamander, Triton, Frosch, Kröte, Eidechse vorhanden seien und später[3] stellt er fest, dass sie am Hühnchen vom dritten bis zum achten Tage erscheinen. Er beweist, dass die Schlitze „Spalten" sind, indem er ein Haar durch sie zieht, welches durch den Mund herauskommt. — Anstatt sie nun Kiemen zu nennen, wendet er dafür den Namen „Kiemenbogen" an und sagt, dass bei deren weiteren Metamorphosen der äussere Gehörgang von einer dieser Spalten gebildet würde, die übrig bleibenden Spalten sich am siebenten Tage schlössen und dass von den zurückbleibenden Bogen die Thymus- und Schilddrüse gebildet würden.

Obige Entdeckungen wurden von allen Embryologen jener Zeit bestätigt, aber nicht weiter untersucht, bis Reichert[4] sie am Schweine und am Hühnchen sorgfältig studirte und den Antheil nachwies, welchen die Bogen und Spalten an der Bildung des äusseren und mittleren Ohres, der Eustachischen Röhre, des Unterkiefers, der Zunge u. s. w. nehmen. Aus seiner Beschreibung führe ich hier nur den Theil an, welcher über die Bogen beim Vogel handelt. Er sagt, dass sie während des zweiten Tages (und nie früher) als eine einfache Furche im Blastoderm des Kopfes erscheinen. Nachdem er einen zweitägigen Embryo beschrieben hat, fährt er (S. 123) fort: „Dann kann man hinter den Erhöhungen, welche Urrudimente der Augen darstellen, den Visceraltheil des Kopfes als zwei parallele

Digitized by Google

vollendet sind, sagt er: „Die parallelen, geradlinig verlaufenden Streifen nämlich haben in ihrem vorderen Theile zugleich mit dem Kopfe eine Krümmung erlitten, und die unmittelbar angelegene Partie schickt einen Fortsatz gegen den anliegenden ersten Aortenbogen, u. s. w."

Diese Beschaffenheit dauert nur kurze Zeit, wie er sagt, da nachher ein zweiter Bogen sich zeigt, der zuerst durch einen Spalt getrennt ist und seine Basis am Ohrenbläschen hat. Er fährt S. 127 fort: „Am zweiten Visceralbogen (er nennt sie Visceralbogen) zeigt sich zu dieser Zeit schon jener merkwürdige, nach unten über dem dritten Visceralbogen hinweg sich begebende breite Fortsatz, von Rathke „Kiemendeckel" genannt, in seiner ersten Entwickelung. Der dritte und letzte Visceralbogen verbleibt einfach in seiner Form, ist von dem zweiten durch die zweite Visceralspalte geschieden, und im Uebrigen sich ganz so verhaltend, wie die vorliegende. Von der Visceralplatte des Rumpfes ist er durch die dritte Visceralspalte getrennt u. s. w."

Die Beschreibung von Reichert wurde von Bischoff[1] acceptirt, welcher der Anzahl der Bogen beim Vogel nicht widersprach, aber nicht zugab, dass die Anzahl von drei Bogen bei den Säugethier-Embryonen richtig sei.

His[2] beschreibt diese Entwickelung beim Hühnchen nicht eingehend, sondern berührt den Gegenstand nur, indem er die Spalten erwähnt.

Dursy[3] beschreibt genauer und besser als Reichert die Kiemendeckelwulst wie folgt: „Wie der auf Taf. I, Fig. 19 abgebildete Kopf eines Rindsembryo deutlich zeigt, so ist der dritte Schlundbogen nicht bloss niedriger, sondern auch dünner, als der zweite; der dünnste ist der vierte. Diese Dickenabnahme erzeugt in der unteren Partie der seitlichen Schlundwand eine dreiseitige, mit der ausrundenden Spitze abwärts gekehrte Vertiefung, welche oben von dem unteren Rande des zweiten Schlundbogens, hinten von dem vorderen Rande begrenzt wird . . . Dieses so entstandene untere seitliche, von den drei unteren Schlundspalten durchbrochene Halsdreieck, welches eine flache Vertiefung darstellt, wird allmählich von dem unteren Rande des zweiten Schlundbogens wie von einem Deckel überdeckt, wobei die aufliegende Deckelfläche mit dem Grunde der genannten Halsgrube verschmilzt, während der hintere Rand des Deckels mit der streifenförmigen Bauchplatte, der vordere Rand dagegen mit der davor liegenden Brustdecke verwächst."

Digitized by Google

Gestalt eines breiten mit stark convexer Klinge versehenen Schwertes erhält, wie man sehr schön an dem auf Taf. III, Fig. 16[1] dargestellten Hühnerembryo wahrnimmt. Allmählich rückt der Kiemendeckel wieder herab, wobei er sämmtliche Schlundspalten verschliesst, und mit deren dazwischen liegenden Schlundbogen verschmilzt."

Die letzte Beschreibung der Bogen beim Hühnchen ist von Moldenhauer[2], auf welche ich bei meiner Erklärung Bezug nehmen werde.

In allen Beschreibungen sowohl, als in den besten Büchern von Kölliker[3], Balfour[4] und Quain's Anatomie[5] wird von Spalten gesprochen und man hielt sie solange für „Spalten", bis His[6] bewies, dass sie es nicht sind. Er schreibt: „Im Bereich der sogenannten Schlundspalten treten sich Hornblatt und Darmdrüsenblatt entgegen und bilden für sich allein oder unter Einschiebung einer dünnen Zwischenschicht eine durchsichtige Verschlussplatte, welche die äussere und innere Furche von einander trennt." Diese Thatsache wird von Born[7] beim Schweine und von Kölliker[8] beim Kaninchen und Hühnchen anerkannt. In allen meinen Praeparaten fand ich die Verschlussplatte, so dass jetzt absolut kein Zweifel darüber mehr sein kann, dass die Spalten gar keine Spalten sind, und müssen wir dieselben von jetzt an nur als innere oder äussere Branchialgrube, Furche oder Tasche bezeichnen.

In meiner Erklärung werde ich zuerst die Bewegungen der Bogen auf einander in ihren successiven Stadien berühren und dann die Branchialfurchen folgen lassen.

Der erste Bogen erscheint gegen Ende des zweiten Tages und fange ich deshalb bei einem Embryo dieses Stadiums an.

b) Untersuchung.

Hühnerembryo von 2 Tagen (48 Std.).

Bei dieser Stufe, in Betreff deren ich auf die 10fach vergrösserte Fig. 1 verweise, und für welche ich die aufrechte Stellung als Norm annehme, liegen direct unter dem Auge die Wülste am Ober- und Unterkiefer, die

[1] Dursys Taf. III, Fig. 16 ist ein Stadium zwischen meinen Figg. 3 und 4.

[2] Die Entwickelung des mittleren und des äusseren Ohres. *Morphologische Jahrbücher*. Bd. III.

Digitized by Google

auf den letzteren folgenden Branchialbogen II bis IV zerfallen je in einen vorderen und einen hinteren Höcker und es liegen je die dorsalen und die ventralen Höcker in einer Flucht unter einander.

Bei dem Fig. 1 abgebildeten Embryo ist die linke Seite etwas weiter vorgerückt als die rechte, ein Verhältniss, dem ich öfters begegnet bin und das vielleicht von der Seitwärtsbiegung des Kopfes abgeleitet werden kann.

Embryo von 3 Tagen (72 Std.), Figg. 2 und 7. 10mal vergrössert.

Von den bedeutenden Veränderungen dieser Stufe gegenüber der vorigen hebe ich folgende als für unsere Frage in Betracht kommende hervor: der Kopf ist sehr stark nach vorn übergebogen.

Die Insertionsstelle des starken Bulbus Aortae zeigt sich im Profil überlagert vom Ober- und Unterkiefer, sowie vom zweiten Branchialbogen, das Ohrbläschen ist geschlossen, dorsalwärts davon liegt eine leichte Einsenkung, die ihrerseits wieder von einem kleinen Wulst umfasst wird.

Der Oberkieferfortsatz ist knollig geworden, dehnt sich theilweise über der inneren und oberen Hälfte des Unterkieferbogens aus und reicht facialwärts bis direct unter das Centrum des Auges. Der Unterkieferbogen hat eine breite Basis, seine untere Kante ist fast gerade, während die obere in Folge der Ueberlagerung durch den Oberkieferfortsatz concav ist. Der dorsale Abschnitt bildet einen aufgetriebenen Wulst, während der vordere sich verjüngt und medialwärts einbiegt. Letzteres Verhalten tritt besonders deutlich bei der Ansicht von vorn hervor (Fig. 7).

Der zweite Branchialbogen hat eine dreieckige Grundform, sein vorderes Ende ist etwas aufgetrieben, der Wurzeltheil durch eine Furche in zwei Leisten geschieden. Letztere sind auch in der Frontalansicht erkennbar (Fig. 7).

Der dritte Bogen ist kaum halb so lang, als der zweite, der Wurzeltheil wulstig verdickt, das vordere Ende vom zweiten Bogen überlagert. Noch kürzer ist der vierte Bogen, und gleich wie beim dritten und zweiten Bogen ist auch bei ihm das Endstück oralwärts gerichtet.

Zusammengenommen bilden alle vier Bogen einen Kreisabschnitt, dessen Mittelpunkt im Profil gesehen noch vor die Spitze des zweiten Bogens zu liegen kommt.

Die erste äussere Branchialspalte ist etwas gebogen und hinten weiter und tiefer, als von vorn. Die zweite Spalte ist in Folge der Ueberlagerung durch den zweiten Bogen ebenfalls leicht gebogen und auch sie hat ihre weiteste und tiefste Stelle am dorsalen Ende. Die dritte Spalte ist kurz und kaulquappenförmig und hat eine im Verhältniss zur Länge sehr breite Einsenkung in ihrem hinteren Theile. Noch kürzer ist die vierte Grube, aber ebenso weit als der hintere Theil der dritten.

Digitized by Google

Dieser Embryo stimmt sehr schön mit dem viertägigen Embryo Moldenhauer's überein.

Embryo von 4 Tagen (96 Std.). Fig. 3 und 8. 10mal vergrössert.

Dieser Embryo hat fast dieselbe Form, wie einer von 3 Tagen und er ist nur in allen Verhältnissen gewachsen.

Von vorn her sehen wir auf die drei Stirnfortsätze, auf den Ober- und auf den Unterkieferfortsatz, sowie auf den zweiten Branchialbogen. Der dritte und vierte Bogen sind in ihrem relativen Wachsthum sehr zurückgeblieben. Im Profil gesehen sind der Unterkiefer und der zweite Branchialbogen von dreieckiger Grundform; letzterer zeigt im convexen unteren Rand den Anfang des von Rathke und Reichert gesehenen Kiemendeckelwulstes.

Die erste Branchialspalte bildet ein Zickzack und ist von vier Knöllchen umrandet, den Colliculi branchiales externi von Moldenhauer; zwei befinden sich an dem unteren Rande des ersten Bogens und zwei an dem Oberrande des zweiten. Hinter den Colliculi ist eine tiefe Einsenkung, welche wie mit der Nadel hineingestochen aussieht. Diese Gegend wird nachher an Schnitten näher untersucht werden.

Die zweite Branchialspalte ist vom Unterrand des zweiten Bogens überlagert. Die dritte und vierte Furche sind gestreckt und an ihrem dorsalen Ende ausgeweitet.

Embryo von 5 Tagen (120 Std.). Figg. 4 und 9. 10mal vergrössert.

Vom vierten bis zum fünften Tage treten in der Halsgegend bedeutendere Veränderungen auf als am Tage zuvor.

Eine Vorderansicht (Fig. 9) zeigt, dass der Oberkieferfortsatz seine allgemeine Form behalten und dieselbe relative Grösse hat wie zuvor. Der Unterkieferbogen ist stärker geworden, sein vorderes Ende ist gegen die Mundöffnung emporgehoben und von birnförmiger Umgrenzung. Beide Hälften treffen in der Mittellinie zusammen und bilden eine kurze mediane Leiste. Im Profil sieht man (Fig. 4) das breite Ende der birnförmigen Verdickung und dasselbe liegt nach vorn und nach unten an der nunmehr schärfer umgrenzten Gegend des äusseren Ohres.

Auch die zweiten beiderseitigen Branchialbogen sind sich in der Mittellinie entgegengerückt und bilden eine den Hals von vorn umfassende, hufeisenförmige Leiste (Fig. 9). Ihr unteres dorsales Ende bildet den scharf hervortretenden Kiemendeckelwulst, während der obere, von den Colliculi branchiales inf. gebildete Saum die Umgebung des Ohres bilden hilft.

Die aus der ersten Branchialgrube hervorgegangene äussere Ohröffnung ist jetzt kurz, gezackt und von den Colliculi branchiales externi umgeben.

Digitized by Google

Die „nadelspitzförmige" Einsenkung hinter dem äusseren Ohr ist ganz verschwunden.

Embryo von 6 Tagen (144 Std.). Figg. 5 und 10. 10mal vergrössert.

Der Hals hat jetzt eine viel symmetrischere Form erhalten. Der Meatus auditorius externus ist von der Basis des Unterkiefers weggerückt. Durch Zusammendrängung des mittleren Stirnfortsatzes einerseits, den zwei Unterkieferhälften andererseits hat sich die Bildung eines Schnabels eingeleitet. Unter dem Unterschnabel erstreckt sich die früher erwähnte mediane Leiste ein Stück weit nach abwärts in eine Art von Stützpfeilern.

Während des folgenden Tages vergrössert sich sowohl der Unterkiefer wie auch die übrigen Theile des Kopfes bedeutend. Wir sehen an Fig. 6, dass die Entfernung zwischen der Kieferbasis und der dorsalen Mittellinie noch ziemlich dieselbe ist, wie beim 6tägigen Embryo (Fig. 5), während der Meatus auditorius externus bedeutend aufwärts und rückwärts gerückt erscheint.

Der untere Saum des zweiten Bogens verbleibt als ein Wulst neben der Medioventrallinie des Nackens, welcher ziemlich so wie vorher liegt, nämlich ebenso weit vom Kiefer als von der Brust. Dieser Wulst verschwindet vollständig im Laufe der zwei folgenden Tage.

Ohne dass der Hals an Durchmesser zugenommen hat, ist derselbe länger geworden, er muss demnach eine Art von Streckung erfahren haben.

Zusammenfassung.

Der Unterkieferbogen sowie die übrigen drei Bogen erscheinen am Ende des zweiten Tages.

Am Ende des dritten Tages sind alle Bogen völlig gebildet, der zweite ist dreieckig und der grösste; keines von den Bogensystemen erreicht die Medioventrallinie.

Am Ende des vierten Tages reichen der erste und zweite Bogen fast bis zur Mittellinie, während um die von ihnen eingefasste Grube vier Wülste, die Colliculi branchiales externi entstanden sind. Dorsalwärts von den Colliculi branchiales externi ist eine tiefe Einsenkung, deren Boden den Rest der Verschlussplatte darstellt, da nur diese dem Nerv. facialis anliegt. Der zweite Bogen ist an seinem unteren Rande geknickt und bildet hier einen Vorsprung, den Kiemendeckelwulst. Letzterer bedeckt eine Einsenkung (Sinus praecervicalis), in deren Grund der dritte und vierte Bogen liegen.

Am Ende des fünften Tages ist der Unterkiefer wohlgebildet und ganz von den Colliculi getrennt, welche einen Wall um den Meatus auditorius externus herum bilden.

Digitized by Google

Die beiderseitigen zweiten Bogen vereinigen sich in der Mittellinie und ihr unterer Saum bildet ein hufeisenförmiges Band um den Hals herum.

Am Ende des sechsten Tages sind Unterkiefer, Schnabel, äusseres Ohr und Hals wohlgebildet, der Kiemendeckelwulst ist ganz verschwunden, während die hufeisenförmige Leiste um den Hals herum noch vorhanden ist. Einen Tag später ist von der Leiste nur noch ein Vorsprung auf der Ventralmittellinie des Halses vorhanden und am achten Tage ist auch dieser völlig verschwunden.

Die Derivate der Branchialgruben.

a) Geschichte.

1. Die Thyreoidea.

Bald nachdem Rathke die Branchialbogen entdeckte, liess Huscke[1] die Thyreoidea von dem ersten Bogen entstehen, aber später[2] sagt er, dass nachdem die Bogen verschwunden sind, ihr Rest als die Thyreoidea zurückbleibt.

Ein Jahr später behauptete Rathke,[3] dass die Thyreoidea sich von dem hinteren Theile der Trachea dicht hinter dem Larynx entwickelt und bemerkte, dass sie beim Schafe als ein zweiseitiges Organ entstehe. Diese Ansicht wurde von Arnold[4] bestätigt.

Bischoff[5] stimmte keiner dieser Theorieen bei, sondern fügte ihnen noch eine dritte hinzu.[6] Er sagt: „Die Drüse scheint aus einer einzigen von den Gefässen zu beiden Seiten des Kehlkopfes abgesetzten Bildungsmasse ihren Ursprung zu nehmen".

Die ersten genauen Beobachtungen wurden von Remak[7] gemacht, der das Hühnchen untersuchte und fand, dass die Thyreoidea wie ein Abschluss das Entoderm von der Mittelinie der Ventralwand des Schlundes entsteht. Dabei sagt er, dass das einseitige Bläschen sich in zwei Bläschen theile, welche auf jeder Seite der Trachea lägen.

Götte,[8] Müller[9] und Seessel[10] bestätigen Remak's Ansichten, indem

---

[1] *Isis* von Oken. 1826. S. 621.

[2] *Ebenda.* 1827. S. 403.

[3] Ueber die Entwickelung der Athmungswerkzeuge bei den Vögeln und Säugethieren. *Nova Acta phys.-med. Abthlg.* LLC. Bd. IV. Bonn 1828. Von Stieda citirt.

[4] *Medicinisch-chirurgische Zeitung.* 1831. Bd. IV. S. 300.

[5] *Entwickeluugsgeschichte.* Leipzig 1842. S. 287.

[6] *Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1855. S. 39 und 122.

[7] *Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1855. S. 39 und 122.

[8] *Entwickelungsgeschichte des Darmcanals im Hühnchen.* Tübingen 1867.

[9] *Ueber Entwickelung der Schilddrüse* u. s. w. (Ungesehen.)

[10] *Dies Archiv.* 1877.

Digitized by Google

sie nur leicht von ihnen abweichen. Götte stimmte mit Remak darin überein, dass die einseitige Drüse sich in zwei Bläschen theile, während Müller und Seessel bekräftigen, dass die einseitige Drüse fest wird und als ein fester Körper in zwei feste Epithelialdrüsen übergeht. — Keiner von ihnen sah sie sich theilen. Den Anfang der Bildung der Thyreoidea setzt Remak auf 79 Stunden, Müller (unbestimmt) am dritten Tage, während Seessel ganz endgiltig den zweiten Tag, bevor der Kopf zur Seite gewendet ist, festsetzt.

His[1] sagt, dass die Thyreoidea und Nebenschilddrüse von Remak von den Seitenwänden des Schlundes entwickelt wären, und auf seiner Zeichnung ist sie zwischen den zweiten und dritten Aortenbogen gesetzt, also von der zweiten Branchialgrube. Später schloss er sich Seessel, welcher unter seiner Leitung arbeitete, an.

Die erste sorgfältige Untersuchung an einem Säugethierembryo wurde von Kölliker[2] gemacht, der das Kaninchen studirte und fand, dass die Thyreoidea in demselben Zeitpunkte entstände, wie nach Remak im Hühnchen.

His[3] beschrieb beim menschlichen Embryo von 7·5 mm die Thyreoidea als eine ventral gelegene Ausbuchtung des Entoderms und zwar als ein schon getheiltes Bläschen, welches durch einen Stiel mit der Oberfläche der Zunge zusammenhängt. Die Drüse lag zwischen der Zunge und dem Bulbus aortae.

Nachdem Remak, Götte, Müller und Seessel bewiesen hatten, dass die Thyreoidea von der Mittellinie beim Hühnchen entstände, nachdem Kölliker dies auch beim Kaninchen und His beim Menschen nachgewiesen hatte, fanden zwei von einander unabhängige Beobachter, Wölfler[4] und Stieda,[5] dass die Thyreoidea einen doppelseitigen Ursprung in einer der „Branchialspalten" habe.

Wölfler studirte sein Material an Medianschnitten und bewies zuerst, dass es seitliche Schilddrüsenanlagen gebe, da seine Methode aber nicht genau genug war, liess er diese doppelseitigen Drüsen von der ersten Branchialspalte entstehen, ferner war er von seiner Entdeckung so überrascht, dass er den Mittellinienursprung ganz umstürzen wollte, indem er voraussetzte, dass die innere Branchialgrube nach der Mittellinie ginge und dass die früheren Beobachter, welche nur einen einseitigen Ursprung nach-

---

[1] *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthieres.* Leipzig 1868. S. 144.

[2] *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig 1879. S. 871.

[3] *Anatomie menschlicher Embryonen.* I. Theil. Leipzig 1880.

Digitized by Google

gewiesen hatten, nur einen Transversalschnitt einer dieser Spalten gesehen hätten. — Obgleich Wölfler voraussetzte, dass dieses Organ von der ersten Branchialspalte ausgehe, so hat er doch die Thyreoidea nie in directer Verbindung mit einer Grube gesehen.

Stieda bewies zuerst die Vereinigung der seitlichen Anlage mit dem Schlunde, wusste aber nicht, von welcher Grube die Thyreoidea entsteht, obgleich er geneigt war die vierte innere Tasche anzunehmen.

Bald darauf wurde der Gegenstand von einem sehr geistreichen Arbeiter, Born,[1] sorgfältig wieder aufgenommen. Derselbe arbeitete am Schweinsembryo, indem er bei einem Stadium anfing, wo die Mittelthyreoidea gebildet ist. Er verfolgte sodann das Erscheinen der seitlichen Thyreoidea von Stieda und Wölfler, fand, dass alle drei Anlagen sich vereinigen um die Thyroidea zu bilden. Nach Born entsteht die seitliche Thyreoidea von der vierten inneren Branchialtasche.

Kölliker[2] nahm Born's Ansicht an, und Froriep[3] bewies, dass dies auch bei dem Rinde richtig sei.

Bald darauf hat His[4] diesen Gegenstand am menschlichen Embryo neu bearbeitet, er fand auch die „seitliche Thyreoidea", und nach seiner Meinung geht sie vom Sulcus arcuatus, welcher in der vierten Tasche endet, aus.

Die letzte Arbeit über den Gegenstand wurde von Fischelis unter Leitung von Waldeyer ausgeführt. Sein Material war hauptsächlich der Schweinsembryo, indem er das Hühnchen nur nebenbei schildert. In Bezug auf das Säugethier stimmt er Born bei (siehe S. 435), bestreitet aber, dass die seitliche Thyreoidea von der vierten Branchialgrube entstände. — In Bezug auf's Hühnchen betont er nachdrücklich, dass es keine seitliche, sondern nur eine mittelere Thyreoidea gebe, welche er ebenso wie Seessel beschreibt, indem er Seessel's Aussage über die Theilung der Hühnchenthyreoidea bestätigt.

2. Die Thymus.

Die ersten Aussagen über den Anfang der Thymus widersprechen sich durchaus. Arnold behauptete, dass die Thymus gemeinsam mit der Thy-

Digitized by Google

Remak stimmte zuerst Arnold bei und lehrte, dass die Thymus von einer Ausstülpung des Entoderm, welches theilweise die Branchialspalten auskleidet, ausgehe; aber späterhin, als Ecker eine andere Drüse im Hühnchen als Thymus beschrieb, stimmte er Letzterem bei, dass der Ursprung der Thymus wahrscheinlich im Mesoderm zu suchen sei.

Afanassiew[1] behauptete, dass die Thymus des Hühnchens von dem reticulären Bindegewebe gebildet werde, welches hinter und ausserhalb der vom Herzen kommenden Gefässe liegt.

Die Zellen seien zuerst nicht zusammenhängend, hätten keine regelmässige Form und seien nicht deutlich von den Zellen des umgebenden Gewebes getrennt. Am siebenten und achten Tage seien sie deutlicher getrennt und am zehnten Tage sei die Drüse völlig gebildet.

Kölliker[2] kam durch seine Untersuchungen an jungen Kaninchenembryonen auf Remak's erste Ansicht zurück und behauptete, die Thymus sei epithelialen Ursprunges. Der Grund für seine Behauptung lag darin, dass in sehr jungen Thymusdrüsen der Querschnitt sehr das Aussehen einer Branchialspalte hätte, und deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach von einer derselben entstände. Auf keinen Fall sah er die embryonale Thymus in Verbindung mit einer Spalte, und er konnte daher nichts Gewisses behaupten.

His sagt in dem ersten Theile seiner „*Menschlichen Embryonen*", dass er in jungen Embryonen geschlossene Epithelialringe sah, wovon einer zwischen dem dritten und vierten Aortenbogen, der andere dagegen seitlich vom vierten Bogen lag. Diese Körperchen, glaubte er, entständen von der dritten und vierten Visceralspalte. In einer Note macht er dazu die Bemerkung, dass das Adenoidgewebe der Thymus nicht von dem Epithelium, sondern von dem umgebenden Gewebe abzuleiten sei, während die Reste des Epitheliums als concentrische Körperchen sich erhalten.

Stieda prüfte viele Thiere und bewies zum ersten Male, dass die Thymus von einer der Branchial-„Spalten" entstände, von welcher, konnte er jedoch nicht sagen. Es war ihm wahrscheinlich, dass die Thymus von der dritten und die Thyreoidea von der vierten Spalte entstehe, aber er stellte die Möglichkeit hin, dass sie alle beide zusammen von einer Spalte, entweder von der dritten oder vierten, entständen.

Watney[3] stimmt weder Kölliker's noch Stieda's Ansichten in Bezug auf den Ursprung der Thymus bei, wohl aber scheinbar bezüglich des Bindegewebes.

Digitized by Google

Der jüngste Embryo, welchen er untersuchte, war 7 Tage alt, und kann man daher kein Gewicht auf dieses Werk legen.

Born hat bei seiner Arbeit auch die Thymus berücksichtigt und ihren Ursprung auf die dritte innere Branchialtasche zurückgeführt; diese seine Ansicht wurde von Kölliker angenommen und nachher auch von Froriep am Rindsembryo bestätigt.

His nahm im dritten Theile seiner „*Menschlichen Embryonen*" die Thymus von Neuem auf und forschte ihrem Ursprunge sorgfältig nach. Indem der Kiemendeckelwulst den Sinus praecervicalis überdeckt, wird das Epithelium, welches den vierten, dritten und einen Theil des zweiten Bogens, wie auch die vierte und dritte äussere Grube bekleidet, abgeschnürt, und dasselbe bildet die Thymusanlage.

Er spricht endgültig aus: „Die primäre (epitheliale) Thymusanlage entsteht aus der Auskleidung der vierten, dritten und theilweise auch der zweiten Schlundfurche, sowie aus dem Ueberzug der dazugehörigen Wülste dadurch, dass auf der Grenze von Kopf und Hals diese Theile in die Tiefe geschoben und von der Oberfläche abgetrennt werden."

Fischelis konnte wahrscheinlich das Ectoderm nicht vom Entoderm trennen und folgerte daraus, „dass die embryonale Thymus sich aus den ventralen Wänden, sowohl der äusseren wie der inneren Kiemenfurche entwickelt." Im Hühnchen sah er den Anfang der Thymus nicht.

Obgleich es nun unzweifelhaft bewiesen ist, dass die embryonale Thymus epithelialen Ursprunges ist, so wird doch noch gestritten, ob sie ectodermal oder entodermal sei. — Die wichtigsten Ansichten sind die von Born und von His; der erstere behauptet, dass die Thymus von der dritten inneren Tasche entstände, während der letztere aufrechthält, die Thymus entstände vom Sinus praecervicalis und sei deshalb nicht entodermal, wie Born sagt, sondern ectodermal.

3. Nebenschilddrüsen.

Remak[1] war über die Lage der Thymus im Zweifel. Zuerst beschrieb er kleine Körper um die Aorta als solche, aber später acceptirte er die Ansicht von Ecker, nämlich, dass der Körper über der Thyroidea die Thymus sei und nannte dann die Körperchen um die Aorta „Nebenschilddrüsen". Ob er Recht hatte, seine Meinung zu ändern, hält Kölliker[2]

Digitized by Google

sich, wie ich gezeigt habe, noch andere Bestandtheile des Drüsenblattes von der Schlundhöhle ab. Sobald nämlich die hintersten drei Aortenbogen sich von der Schlundwand ablösen, folgen ihnen die Drüsenblattsäume, welche die beiden hintersten Schlundspalten bekleiden, und wandeln sich in runde, scharfbegrenzte Körper um, die in die Nähe der Schilddrüse gelangen, sich von derselben durch grössere Durchsichtigkeit und geringeren Umfang unterscheiden. Statt zweier Körper findet man nach dem achten Brüttage auf jeder Seite zuweilen drei und mehr solcher Körper. Die Vermehrung scheint durch Abschnürung zu erfolgen, da man zuweilen biscuitförmige antrifft. Die Unterschiede dieser Drüsen vor der Schilddrüse treten nach dem zehnten Tage noch stärker hervor. Sie vergrössern sich nämlich nicht in dem Maasse, wie die letzteren, und bleiben farblos, während in den bindegewebigen Scheidewänden der Schilddrüsenblasen Blutgefässe erscheinen. Gegen das Ende des Eilebens entfernen sie sich von der Schilddrüse und gelangen in das Mediastinum anticum der Brusthöhle, während die Schilddrüse neben der Carotis am Halse ihre Lage behält. Am reifen Hühnchen lassen sich kaum Spuren dieser Drüschen in Gestalt kleiner weisser Körner in der Nähe des Aortenbogens finden. Diese Thatsachen bestimmen mich, diese Drüschen mit der Thymus der Säugethiere zu vergleichen."

Nachdem Ecker[1] im Hühnchen eine andere Drüse als Thymus bezeichnet, acceptirt Remak dieselbe, indem er diese Drüsen als „Nebendrüsen der Schilddrüsen" belässt.

His[2] erwähnt die Nebendrüschen und lässt sie gemeinsam mit der Thyreoidea entstehen. Die seitlichen Stellen oder Ausbuchtungen, von welchen er sie entstehen lässt, sind, soviel ich nach seinen Figuren urtheilen kann, die dritten Branchialspalten.

Seessel[3] verfolgte diese Körperchen sorgfältiger, und da seine Arbeit die einzige genaue seit Remak ist, so erlaube ich mir, Einiges daraus zu citiren: „Während der Abschnürung der eigentlichen Schilddrüse lösen sich gleichzeitig beim Hühnchen von der oberen seitlichen Schlundwandung zwei epitheliale Bläschen ab.[4] Die Gebilde, welche His als Anlage der Schilddrüse und ihren Nebendrüsen beschrieben und gezeichnet hat, sind nach meinen Erfahrungen nur die Anlagen der Nebenschilddrüsen. Dieselben liegen in einer Höhe mit dem Oberkiefer, sind rundliche, durch einen engen Gang mit der Schlundhöhle communicirende hohle Gebilde und haben einen Durchmesser von 125 μ. Später, zu Ende des fünften und Anfang des

[1] *Icon. phys.* Tab. VI. Fig. 5.

[2] *Entwickelung des Hühnchens.* S. 144. Taf. XI. — IV. — 2.

[3] Seessel, *dies Archiv.* 1877. S. 456.

[4] Dies entspricht dem, was ich später als die Thymus von Ecker nachweise.

Digitized by Google

sechsten Tages, trifft man sie als länglich ovale, solide Körper, welche ungefähr 115 μ oberhalb der Schilddrüse, dicht an der Vena jugularis, nach hinten und aussen von der eigentlichen Schilddrüse entfernt liegen. Sie zeigen an der Peripherie radiär gestellte, cylindrische, im Innern unregelmässig cubische Zellen. Am siebenten Tage[1] präsentiren sich die sogenannten Nebenschilddrüsen als zwei länglich ovale, oberhalb der Schilddrüse, an der Trachea beiderseits dicht anliegende Körper, von der Schilddrüse 0,4 mm entfernt. Im Innern ist ein einziger grosser Follikel zu erkennen, dessen Sagittaldurchmesser 83 μ und dessen Längendurchmesser 124 μ beträgt. Er ist aus Cylinderzellen gebildet und enthält eigene Gefässe."

b) Untersuchung.

Ich fange bei einem Embryo von 2 Tagen und 22 Stunden an, bei welchem alle inneren Taschen wohl gebildet und noch in freier Verbindung mit dem Schlunde sind. Dieser Embryo ist natürlich weiter vorgeschritten, als der von Fig. 1 und weniger als der von Fig. 2. Der Kopf ist ziemlich im rechten Winkel nach dem Rumpfe gebogen und auch der Unterkörper fängt an sich zu krümmen.

Als äussere Branchialfurche bezeichne ich den vom Ectoderm, als innere Tasche den vom Entoderm bekleideten Theil der Branchialspalte. Beide Abtheilungen sind durch die Verschlussplatte von einander geschieden. Soweit nöthig werde ich die Ausdrücke: oral-, aboral-, dorsal-, ventral-, median- und lateralwärts gebrauchen.

Wie die Figg. 15—16 zeigen, so sind die inneren Taschen enge Schlitze, die senkrecht zur Medianebene des Embryokopfes stehen, und deren Ende dorsalwärts von der äusseren Furche ausläuft. Letztere nehmen von hinten nach vorn an Tiefe zu. Von den vier Taschen ist die erste an ihrem lateralen Ende etwas ausgeweitet, die vierte ist kurz und verhältnissmässig weit.

In der ventralen Wand des Mundrachenraumes liegt zwischen den Enden des zweiten und dritten Bogens eine Oeffnung, welche zu einem vom Entoderm ausgekleideten Blindsacke führt, der Anlage der Schilddrüse. Gegen deren Eingang convergiren alle inneren Branchialtaschen.

Embryo von 3 Tagen 7 Stunden (Fig. 17).

Die allgemeine Richtung der Bogen ist wie im vorigen Embryo, aber die Wölbung der ventralen Wand des Mundrachenraumes hat zugenommen. Wie zuvor sind der zweite, dritte und vierte Aortenbogen vorhanden. Vom

[1] Hierin irrt er sich; er beschreibt jetzt, was ich später corpus y nenne.

Digitized by Google

Dorsaltheil der dritten inneren Tasche wird in den Schnitten zuerst eine Gruppe von Zellen sichtbar, welche lateral- und aboralwärts vom dritten Aortenbogen liegen, wenige Schnitte tiefer klafft die Tasche und steht mit dem Schlunde in offener Verbindung. Die bezeichnete Ausbuchtung stellt die Nebenschilddrüsen von Seessel dar, welche wir später näher besprechen werden.

Die vierte innere Tasche bildet ventral- und aboralwärts eine Ausbuchtung, die Fossa subbranchialis.

Embryo von 3 Tagen 16 Stunden.

Was das Aeussere anbetrifft, so haben jetzt grosse Veränderungen stattgefunden. Der „Kiemendeckelwulst" bedeckt den Sinus praecervicalis mehr als im Embryo Fig. 3. Die letzten Aortenbogen sind nunmehr vorhanden und die offenen Gefässe durchziehen den dritten und vierten Bogen sowie die Schlundwand hinter der vierten Grube.

Dorsal- zugleich lateralwärts von den Aortenbogen und ventralwärts von der absteigenden Aorta liegt die Vena jugularis. Mit diesen vier Richtpunkten kann man die Branchialfurchen leicht durch die schwierige Zeit ihrer Metamorphosen hindurch verfolgen, ohne die eine mit der anderen, was so leicht geschehen kann, zu verwechseln.

Die Schnitte treffen die Bogen quer, so dass wir die Spalten in regelmässiger Ordnung antreffen.

Die zweite äussere Branchialfurche ist viel tiefer als vorher geworden, in Folge des Herüberwachsens des Kiemendeckelwulstes über den Dorsaltheil des dritten und vierten Bogens hinweg, die dritte und vierte äussere Furche verhalten sich wie zuvor. — Die zweite innere Branchialtasche scheint sich abzuflachen, indem sie mit verbreiterter Mündung in den Schlund sich fortsetzt. Die dritte innere Tasche trifft man zuerst als ein festes Häufchen Zellen an, welches oralwärts von der Vena jugularis und seitwärts aber aboralwärts vom dritten Aortenbogen liegt. Diese Zellengruppe erhält weiter unten ein Lumen, welches noch etwas tiefer (60 μ) mit dem Schlunde sich verbindet.

Die vierte innere Tasche zeichnet sich hinter dem vierten Aortenbogen als ein dreieckiges Feld, dessen seitlicher Theil sich bis zum flachen Dorsaltheil der vierten äusseren Grube erstreckt, während sie nach der Mitte zu von einer Leiste eingefasst und vom Schlund geschieden ist. Den Grund dieses dreieckigen Feldes bildet die Fossa subbranchialis.

Der Mundboden ist durch die Branchialbogen charakterisirt. Der erste und zweite Bogen treffen sich in der Mittellinie und zwischen den zwei Ventralenden des zweiten Bogens, oralwärts vom dritten und aboralwärts vom ersten Bogen befindet sich ein kleiner Wulst, das Tuberculum impar

Digitized by Google

von His, welches der Anfang des Zungenkörpers ist. Direct ventralwärts und etwas oralwärts vom Tuberculum impar ist die mittlere Anlage der Thyroidea. Sie hat noch ein Lumen und steht mit dem Schlunde durch eine Reihe unregelmässiger Epithelialzellen in Verbindung.

Embryo von 3 Tagen 22 Stunden (Fig. 18).

Der Dorsaltheil der durch die dritte innere Branchialtasche gebildeten Zellengruppe hat sich mehr dorsalwärts gestreckt und der höchste Punkt der Gruppe liegt seitlich von der Mitte zwischen dem dritten und vierten Aortenbogen. Wir müssen noch viel mehr Schnitte durchmustern als vorher, bevor wir das Lumen der sogenannten Nebelschilddrüse erreichen, dasselbe communicirt unmittelbar mit dem Schlunde und zeigt sich in den übrigen Schnitten genau so wie bei den zwei vorhergehenden Embryonen. Diese feste Zellengruppe, welche mit der dritten inneren Tasche zusammenhängt, muss als ein Auswuchs des oberen und äusseren Taschenendes betrachtet werden (Fig. 24).

Die Fossa subbranchialis ist eng mit der vierten inneren Tasche (Fig. 18) verbunden und ihre Richtung verläuft aboralwärts zwischen dem fünften Aortenbogen und dem Schlunde, während die vierte innere Tasche seitwärts und aboralwärts zwischen dem vierten und fünften Aortenbogen hereingeht.

Durch die Bildung des Kiemendeckelwulstes ist die zweite äussere Grube weiter und länger und die innere Tasche verhältnissmässig flacher geworden; die Verschlussplatte liegt nun in der Mitte zwischen der äusseren Oberfläche des Körpers und der inneren des Schlundes.

Während der Kiemendeckelwulst gebildet wurde, fing die dritte innere Tasche an, dorsalwärts von ihrem seitlichen und dorsalen Ende eine solide Zellenknospe hervorzutreiben. Diese Knospe ist der runde oder ovale Körper, welchen His beim Hühnchen als den Anfang der Thyroidea und Seessel als die „Nebenschilddrüse", beschrieben hat, der aber in Wirklichkeit, wie wir später sehen werden, die embryonale Thymus ist.

Wo die dritte innere Tasche ventralwärts endet, hat die dritte äussere Grube ihren Dorsalanfang, welcher sich nur eine kurze Strecke ventralwärts erstreckt, da er die Mittelline nicht erreicht.

Die vierte innere Tasche beginnt dorsalwärts als ein kurzer weiter Sack, welcher nach der Mitte des fünften Aortenbogens eine Verlängerung aboralwärts längs des Schlundes entsendet und so die Fossa subbranchialis bildet.

Embryo von 4 Tagen 3 Stunden (Fig. 19 und 20).

Ganz dorsalwärts, da wo die Vena jugularis dicht auf den Aortenbogen liegt und die letzteren in die absteigende Aorta übergehen, sehen wir

Digitized by Google

zwischen dem dritten und vierten Aortenbogen ein solides Körperchen. Wenn wir es ventralwärts verfolgen (100 μ) so finden wir, dass es ein Lumen bekommt, und dass dieses wenige Schnitte tiefer zwischen dem dritten und vierten Aortenbogen durch eine runde Oeffnung mit dem Schlunde in Verbindung steht. Dieses Gebilde ist die dritte innere Branchialtasche, die dorsalwärts gewachsen ist. Anstatt eine schlitzähnliche Verbindung mit dem Schlunde zu haben, bildet sie ein Rohr, welches kurz vor seiner Oeffnung in den Schlund eine Einschnürung zeigt (Fig. 19). — Alle inneren Taschenwände sind viel mehr verdickt als vorher und mehr als die Epithelialauskleidung des Schlundes oder der ectodermalen Auskleidung der äusseren Grube. Die dritte innere Tasche erstreckt sich nicht so weit nach aussen als vorher, indem ihr seitlicher Vorsprung die äussere Grube ziemlich in der Mitte zwischen der Hautoberfläche und der seitlichen Schlundwand trifft. Die zweite Spalte hat sich in einen länglich-ovalen Canal umgewandelt.

Direct unter der dritten äusseren Grube, mit nur sehr wenigem dazwischenliegenden Gewebe, öffnet sich die vierte äussere Grube. Der Raum, in welchen sich diese drei äusseren Gruben öffnen, wird später von dem Kiemendeckelwulst bedeckt. His nennt denselben Sinus praecervicalis und beim Menschen leitet er davon die Thymus her. Die vierte innere Tasche und die Fossa subbranchialis sind abgeschlossen, indem sie zwei Kügelchen bilden, welche zwischen dem vierten und fünften Aortenbogen mit einander communiciren, und wovon das innere ein deutlicheres Lumen als das äussere hat. Den Ursprung dieser zwei Körper sehen wir deutlich in Fig. 20.

Bei geringer Vergrösserung scheint es als ob das äussere Körperchen die directe Fortsetzung der Epithelialauskleidung der vierten äusseren Grube wäre, aber bei stärkerer Vergrösserung ist dieser Irrthum leicht auszuschliessen.

Embryo von 4 Tagen 16 Stunden (Figg. 21 bis 23).

Hier fängt der Hals an sich zu bilden, der Unterkiefer ist an seinem Ventralende breit und beide Hälften desselben sind verbunden. Der Kiemendeckelwulst deckt den Sinus praecervicalis vollständig und ist als hufeisenförmiger Bogen mit demjenigen der entgegengesetzten Seite vereinigt.

Wenn wir die Schnitte, welche durch die Branchialspalten gehen, sorgfältig durchmustern, so finden wir, dass die sackähnlichen inneren Taschen abgeschlossen sind, indem sie drüsenähnliche Epithelialzellengruppen bilden, welche mit dem Schlunde durch ein lumenloses Band von Entodermzellen zusammenhängen.

Wir müssen nun die Zellengruppe mit ausserordentlicher Sorgfalt studiren, indem wir die Aortenbogen als Anhaltspunkte beibehalten und nur die stärkste Vergrösserung benutzen, um kein Versehen zu begehen.

Digitized by Google

Bei geringer Vergrösserung (Zeiss A) ist es unmöglich die Auskleidung der inneren Tasche von derjenigen der äusseren Grube zu unterscheiden, aber mit einem *D D* war ich immer im Stande dieselben zu trennen, obgleich die Zellen der Grube und Furche in directem Zusammenhange mit einander stehen und es den Anschein hat, als ob das Ectoderm mit dem Entoderm verschmolzen sei und so beide die Zellengruppen bildeten, welche nun beschrieben werden sollen. So können wir uns leicht das Versehen von Fischelis erklären, welcher die Thymus sowohl von der inneren Tasche als auch von der äusseren Grube ableitete.

Die Profilconstruction der Schnitte zeigt zunächst den Bogen der Chorda dorsalis und denjenigen der Aorta descendens (Fig. 26).

Der fünfte Aortenbogen kreuzt das Eingeweiderohr da, wo es schon in Oesophagus und Trachea getheilt ist. Der vierte Aortenbogen liegt über der Spaltungsstelle des Schlundes. Der dritte Aortenbogen geht seitlich von der mittleren Thyreoidea vorbei, zeigt eine *S*förmige Krümmung und trifft die absteigende Aorta im rechten Winkel. In dieser ganzen Gegend hat der Schlund ziemlich denselben sagittalen Durchmesser, nur kurz vor der Spaltung ist er nach vorn ausgebaucht.

Die zweite innere Tasche ist wenig tief, wogegen die entsprechende äussere Branchialgrube stark ausgebildet ist. Die durch die dritte innere Tasche gebildete Zellengruppe ist birnförmig, nach oben sich verjüngend, nach abwärts mit einem Lumen versehen. Diese Zellengruppe geht zwischen dem dritten und vierten Aortenbogen hindurch und hängt durch ein festes Band von Epithelialzellen mit dem Schlunde zusammen. Die durch die Epithelialauskleidung der vierten inneren Branchialtasche gebildete Zellengruppe ist keulenförmig, die Spitze der Keule springt nach hinten und aussen, während das Keulenende selbst wie eine Schlittenkufe gekrümmt ist, und zwar nach dem unteren Ende der dritten inneren Tasche. Diese Zellengruppe enthält auch ein Lumen, welches aber nicht mit dem Schlunde zusammenhängt, da seine frühere Oeffnung am schlundartigen Ende mit Epithelialzellen überbrückt ist.

Die von der Dorsalseite aufgenommenen Frontalconstruction desselben Embryo's (Fig. 27) giebt ein viel lehrreicheres aber auch complicirteres Bild als die seitliche Construction.

Bei meinen Figuren ist links die Vena jugularis eingezeichnet, rechts die drei unteren in die Aorta descendens einmündenden Arterienbogen. Zwischen den letzteren hindurch schieben sich die durch die dritte und vierte innere Tasche gebildeten Epithelialkörper.

Auf der rechten Seite haben wir die durch die zweite innere Furche gebildete Tasche, unter welcher die lange schlitzähnliche äussere Grube vom Kiemendeckel überlagert ist.

Digitized by Google

In Folge der Richtung der Schnitte konnte die Stelle des Zusammentreffens von Ectoderm und Entoderm nicht gefunden werden, aber auf der anderen Seite konnte ich sie glücklicherweise sehen.

Die dritte innere Zellengruppe ist jetzt dreieckig und, wie bereits gesagt, durch ein entodermales Zellenband mit dem Schlunde verbunden, während sie seitwärts auf der ectodermalen Auskleidung der dritten äusseren Grube liegt.

Der durch das Epithelium der vierten inneren Tasche gebildete Körper (auch mit dem Schlunde vereinigt) ist biscuitförmig und trifft auf die Epithelialzellen der vierten äusseren Branchialgrube.

Der dreieckige Körper enthält ein dreieckiges Lumen, während der handelförmige Körper zwei leicht mit einander zusammenhängende Lumina enthält.

Auf der linken Seite ist der dreieckige Körper nicht so regelmässig, als auf der rechten Seite, aber für diese Körper ist schon oft ein Mangel an absoluter Symmetrie und Grösse bemerkt worden. Links sieht man, dass der dreieckige Körper lateralwärts vom dritten Aortenbogen und vor der V. jugularis liegt.

Embryo von 5 Tagen (Fig. 24 und 25).

Wir sind jetzt bei einem Stadium angelangt, wo die Körper von der dritten und vierten inneren Branchialtasche getrennt und innerhalb des Mesodermgewebes gelagert sind. Fast alle früheren Ortsmerkmale sind jetzt verschwunden und als unsere einzigen Führer verbleiben die Aortenbogen und die Vena jugularis; die ersteren sind die schätzbareren und ohne dieselben würden wir gänzlich verloren sein.

Unsere Schnitte gehen in derselben Richtung wie vorher. Von oben herab treffen wir zuerst auf eine kleine Zellengrube seitlich vom dritten Aortenbogen und vor der Vena jugularis. Wenn wir nun diese Zellengruppe acht Schnitte tiefer verfolgen so erhalten wir das Bild, von Fig. 24. Neben den noch epithelial verbundenen Röhren von Oesophagus und Trachea liegen jederseits die drei unteren Aortenbogen, etwas dorsal- und lateralwärts von dem fünften Bogen liegen die Jugularvenen. Neben und zwischen dem dritten und vierten Aortenbogen befinden sich die fraglichen Epithelkörper. Rechts sendet der Körper einen spitzen Fortsatz zwischen den dritten und vierten Aortenbogen, während auf der linken Seite der dritte Aortenbogen von einem langen Zellenstreifen umfasst erscheint. Dorsalwärts davon findet sich links eine Zellengruppe, welche man in vorhergehenden Schnitten nicht sah. Wenn wir diese zwei Gruppen wenige Schnitte weiter verfolgen (Fig. 41), so sehen wir, dass die Körper sich dicht an dem Aortenbogen aber seitlich davon befinden.

Digitized by Google

Medialwärts und etwas nach vorn vom vierten Aortenbogen sieht man auf einer Seite eine Gruppe Zellen mit einem Lumen, und einige Schnitte tiefer ist dieser Körper mit dem hinteren äusseren in Verbindung getreten durch einen zwischen vierter und fünfter Aorta durchgehenden Strang (Fig. 25). Noch etwas tiefer sind alle diese Körper verschwunden und der Schnitt trifft nunmehr das Gebiet der Gl. thyreoidea

Durch den ganzen Embryo fanden sich keine äusseren Branchialgrubenreste vor, sondern sie waren gänzlich verschwunden.

Die hoch am Hals heraufreichende Zellengruppe, welche gegenüber der Vena jugularis liegt und die eine Verlängerung um den dritten Aortenbogen herum sendet, ist die embryonale Thymus und sie wird von nun an Thymus benannt werden.

Dicht hinter der Thymus ist die von der vierten inneren Tasche sich erhebende Gruppe, welche ich „Corpus x" nennen will. Die von der Fossa subbranchialis sich ablösende Zellengruppe scheint mit dem im Schweine[1] und im Menschen[2] als seitliche Thyroidea bezeichneten Körper zu correspondiren und ich nenne sie „Corpus y".

Embryo von 5 Tagen 16 Stunden.

Die bemerkenswertheste Veränderung betrifft die Lagerung der Thymus. Diese liegt zuerst seitwärts von der Vena jugularis, dann weiter unten etwas vor derselben und endlich medianwärts davon. Die Drüse ist zum Theil doppelt oder vielmehr von einem schmalen Bande Zellen begleitet, welches man vorher auf keiner Seite mit der Drüse hat communiciren sehen. Dieses Band beginnt unterhalb des oberen und endet oberhalb des unteren Drüsenendes und es liegt seitwärts und etwas hinter der Drüse.

Nach abwärts werden die Querschnitte der Thymus allmählich umfangreicher und das Organ endet plötzlich, indem es eine kurze Verlängerung zwischen den dritten und vierten Aortenbogen hinein entsendet. Kurz bevor die Thymus endet (Fig. 29), beginnt direct dorsalwärts davon die zweite Zellengruppe des Corpus x; sie endet schon nach einer kurzen Strecke, indem sie eine Verlängerung zwischen den vierten und fünften Aortenbogen entsendet.

Digitized by Google

Embryo von 6 Tagen 16 Stunden.

Dieser Embryo entspricht ganz dem Stadium zwischen Fig. 5 und 6. Der Hals ist nahezu gestreckt.

Die Aortenbogen sind nicht so symmetrisch, als in dem einen Tag jüngeren Embryo. In der Halsregion trifft man zuerst die Thymus als eine kleine Zellengruppe hinter der Jugularvene. Wenn wir dieses Zellenband durch 50 Schnitte verfolgen, finden wir, dass es zuerst seitlich, dann nach vorn, und endlich, noch 30 Schnitte weiter, nach innen geht, indem es so einen Spirallauf um die Vene herum macht.

Weiter nach unten wird der Querschnitt des Bandes nach und nach breiter, bis es, wenn wir am dritten Aortenbogen vorbeikommen, plötzlich in ein gerundetes Ende ausläuft. Bevor die Thymus endet, beginnt seitlich von ihr das Corpus x, welches sich nach unten und rechts bis zum oberen und äusseren Rande des vierten Aortenbogens fortsetzt, links dagegen fast bis zum Ductus arteriosus.

Die Mittelthyroidea ist weit am Hals herabgesunken und die Lappen liegen an jeder Seite der Trachea, innerhalb des dritten und auf dem vierten Aortenbogen.

Die Constructionen Fig. 30 und 31 zeigen, dass von hinten das Bild so wie in Fig. 27 ist. Lateralwärts von der Thymus befindet sich das Zellenband, welches sich gegen früher verlängert hat. Von der Seite gesehen, zeigt die Thymus durchweg ein anderes Bild, als in Fig. 28; anstatt dreieckig, ist sie jetzt langgestreckt, oben in eine Spitze auslaufend und nach unten breiter werdend. Die Stellung des Corpus x ist jetzt seitwärts und etwas hinter dem unteren Ende der Thymus. Das Corpus y ist unter dem vierten Aortenbogen und nicht wie beim vorigen Embryo medialwärts davon.

Bemerkenswerth ist, dass in beiden Embryonen auf einer Seite, nahe an der Mittellinie, sich ein kleines Zellenband befindet, welches ich für die Reste der alten Verbindung von Thymus und Schlund halte.

Nun noch ein Wort über die Körper seitlich von der Thymus. In keinem anderen Embryo, ob älter oder jünger, konnte ich sie sehen. Einmal schien es mir, als ob einer derselben deutlich mit der Thymus zusammenhänge; dies bestimmt festzustellen, war mir aber unmöglich. Ob sie normal oder abnormal seien, woraus sie entstehen und was aus ihnen wird, kann nicht endgültig gesagt werden, obgleich ich zur Annahme geneigt bin, dass sie Auswüchse von der Thymus sind und dass sie sich später mit jenem Organ vereinigen. Bei einem siebentägigen Embryo hat die Thymus öfters das Aussehen, als ob sie aus zwei Körpern bestände.

Digitized by Google

Embryo von 7 Tagen. Fig. 32.

Hier gelangen wir an einen ferneren Wendepunkt. Der Hals ist länger und dünner als vorher, und auch die Thymus hat sich bedeutend in die Länge gestreckt. Da, wo zuvor das gerundete Ende der Thymus lag, liegt nun ein neuer Körper, welcher die Thymus nicht berührt, sondern so mit der Mittelthyreoidea zusammenhängt, dass dieselbe gar nicht bemerkt wurde. An einem Schnitt, der zwischen den beiden Drüsen (der Thyreoidea und der neuen Drüse) durchgeht, zeigt sich, dass das dazwischenliegende Gewebe Venen enthält, welche von beiden Drüsen her Capillaren erhalten und die sich in die Jugularvene entleeren.

Histologisch haben beide Drüsen dieselbe Structur, so dass man leicht zu dem Schlusse geführt wird, dass der neue Körper nichts anderes als ein Spross der Mittelthyreoidea sei. Noch bevor sich in tiefer liegenden Schnitten der neue Körper verliert, erscheint das Corpus x des vorigen Embryo, es steht im gleichen Verhältniss zum neuen Körper wie zum unteren Theil der Thymus. Erst lagen zuvor der untere Theil der Thymus und das Corpus x zwischen dem dritten Aortenbogen und der Jugularvene, indem Corpus x seitlich zu und hinter dem unteren Theil der Thymus sich befand. Jetzt haben wir dasselbe Verhältniss, mit der Ausnahme, dass der untere knollige Thymustheil verschwunden ist und der neue Körper seinen Platz eingenommen hat. Es scheint, als ob die seitliche Thyroidea wie ein Keil gewirkt habe indem sie den unteren Thymustheil abgeschnitten hat, ihn in sich aufnehmend und den oberen Thymustheil im Halsgewebe frei lassend.

Das Corpus y enthält noch sein Lumen, das viel kleiner als vorher ist. Die Drüse liegt vor dem vierten Aortenbogen, über welchen sie eine Verlängerung entsendet, die wohl den neuen Körper trifft, nicht aber mit ihm vereinigt ist.

Corpus x und y sind auf einer Seite vom vierten Aortenbogen getrennt, während diese beiden Körper auf der anderen Seite so eng mit einander verbunden sind, dass es mir unmöglich war, sie zu trennen.

Der Corpus y war bisher gut vom umgebenden Gewebe isolirt, es scheint aber als ob durch die Vermehrung seiner Zellen die Gränzlinie durchbrochen werde, wobei die Zellen in das umgebende Gewebe sich ausbreiten und die Verlängerung bilden, die sich nach dem neuen Körper hin erstreckt. Das Lumen der Drüse verschwindet jetzt und ist am folgenden Tage nicht mehr sichtbar.

Embryo von 8 Tagen. Fig. 33.

Im vorigen Embryo lag die Thymus seitlich von der Jugularvene, dagegen liegt sie jetzt mit ihren oberen Theil hinter der Vene, weiter

Digitized by Google

nach abwärts umgreift sie diese und tritt, einen Winkel bildend, von ihr durch bis zur Thyreoidea, letztere liegt seitlich vom dritten Aortenbogen und vor der A. subclavia.

Der neue Körper erstreckt sich auf einer Seite vor den seitlichen Lappen der Thyreoidea, mit welchem er eng zusammenhängt, während er auf der anderen Seite direct unterhalb des Thyroideallappens liegt und von ihm nur durch einen Venenstamm, welcher in die Jugularvene fliesst, getrennt ist. Auf einer Seite ist der neue Körper vom Corpus x überdeckt. Auf der entgegengesetzten Seite liegt der neue Körper direct auf dem Corpus y, wovon ich ihn nicht trennen konnte.

Das Corpus y sendet auf einer Seite eine Verlängerung aufwärts, welche mit dem neuen Körper vereinigt zu sein scheint, während er auf der anderen Seite zwei Verlängerungen entsendet: eine nach dem neuen Körper, die gänzlich mit ihm vereinigt ist und eine andere, etwas breitere, nach Corpus x, mit dem sie ebenfalls so eng vereinigt war, dass sie nicht zu trennen waren.

Embryo von 10 Tagen. Fig. 34.

Der Embryo ist bedeutend gewachsen und um mikrotomirt zu werden musste er geköpft werden.

Auch die Thymus ist sehr gewachsen und ist noch einmal so lang und so breit wie am achttägigen Embryo. Aus einem einfachen Zellenstreifen ist sie zu einem gelappten Organ geworden. Auf der rechten Seite ist der obere Theil der Thymus gänzlich von dem unteren getrennt. Oben liegt die Thymus weit hinter der Vene und ein Stück weit sogar mehr dorsalwärts als die Chorda, sodass eine die beiderseitigen Drüsen verbindende Linie durch die Medulla spinalis gehen würde. Das untere Ende der Thymus schlägt sich um die Vene herum nach vorn und endigt an der Thyreoidea.

Die Thyreoidea besteht aus zwei breiten Lappen die auch im Verhältniss grösser geworden sind und ihre frühere Lage vor dem durch die Schlüsselbeinarterie und die carotis communis gebildeten Winkel beibehalten haben. Bevor die Thyroidea endet erscheint vor ihr der neue Körper, welcher nun genau dieselbe Structur wie die Thyreoidea hat. Dieser war vorher cubisch oder kugelig, jetzt aber ist er länglich geworden.

Vorher waren zwei Körper vorhanden: Corpus novum und Corpus x, welche beide eine ähnliche Structur hatten wie die Thyreoidea, an ihrer Stelle liegt jetzt ein einziger länglicher Körper von derselben Structur. Ich glaube daraus schliessen zu müssen, dass das corpus x und der neue Körper des vorigen Embryos sich vereinigt haben um den länglichen Kör-

Digitized by Google

per zu bilden und ich werde diesen von jetzt ab als die „seitliche Thyroidea" bezeichnen.

Der Körper y, der aus der Fossa subbranchialis entsteht, bleibt fest, hat seine Zellen besonders geordnet und bildet die Körperchen, welchen Remak während der Brützeit begegnet ist.

Innerhalb und hinter diesem Körper befindet sich auf beiden Seiten eine kleine Gruppe von Epithelzellen, deren Ursprung oder Bestimmung mir unbekannt ist.

Die Körper, welche aus den Branchialtaschen entstehen, wurden nach mikroscopischen Schnitten bis zum zehnten Tage und von da an nach makroscopischen Praeparaten untersucht.

Ein Embryo von zehn Tagen (Fig. 7), zeigt nachdem er praeparirt ist dasselbe Bild, wie der construirte Embryo Fig. 34.

Die Thymus erreicht die Thyreoidea, unter dieser liegt die seitliche Thyreoidea und diese ist auf einer Seite oval, wie in der Consruction, während sie auf der anderen Seite die Form eines Stundenglases hat und damit die Zusammensetzung aus zwei Körpern kund giebt.

Noch tiefer liegt hinter dem durch die Subclavia und Carotis communis gebildeten Winkel der Körper y, welcher auf einer Seite aus drei auf der anderen Seite dagegen, da die anderen nicht wahrzunehmen waren, aus nur einem Körper besteht.

Einen Tag später scheint die Entwickelung keinen Fortschritt gemacht zu haben. Der neue Körper und das Corpus x sind völlig von einander getrennt, indem sie so das Aussehen wie im sieben- und achttägigen Embryo geben.

In einem zwölftägigen Embryo schien die Mittelthyreoidea auf einer Seite gänzlich mit der seitlichen Thyreoidea vereinigt und die Aussenlinie der verschiedenen Körper konnte leicht durch verschiedene Färbung bestimmt werden, da die Mittelthyreoidea röther war als die seitliche. — Die zwei Drüsen befanden sich in einer Kapsel. Nach Spaltung der letzteren zeigt sich die seitliche Thyreoidea stundenglasförmig. Auf der entgegengesetzten Seite war die seitliche Thyreoidea leichter von der mittleren zu trennen.

Das Corpus y war nicht ganz vom umgebenden Gewebe getrennt und entsprach so dem des 10 tägigen Embryo's.

Ein 12½ tägiger Embryo zeigte dieselbe Ansicht wie ein 12 tägiger Embryo.

Digitized by Google

zerfallen wäre. Die mittlere und seitliche Thyreoidea haben sich vereinigt, indem sie auf einer Seite ein zweikugliges, auf der anderen Seite dagegen ein dreikugliges Aussehen haben und zusammen die Form einer Niere annehmen, deren Hilus nach der Vena jugularis sieht.

Einen Tag später sieht man noch ganz deutlich, dass die Thyroidea aus zwei Theilen besteht und man kann sie daher nach Verlauf von zwei Wochen als vollständig ausgebildet betrachten.

Während des 15. Tages traf ich auf eine sehr interessante Abnormität, welche mit beweisen hilft, was diese Körper sind.

Die Bauch- und die Brusthöhle waren nicht geschlossen. Der ganze Kopf mit Ausnahme des Ober- und Unterkiefers war rudimentär. Weder Augen noch Ohren waren vorhanden. Interessant war es, dass auch die Zunge rudimentär war, als ein Knötchen anstatt eines wohl entwickelten Organes, wie es am 15. Tage sein muss. Die Mittelthyreoidea fehlte und das untere Ende der Thymus sah eigenthümlich aus. Indem ich der Thyroidea höher hinauf erfolglos nachforschte, verdarb ich das Praeparat für mikroscopische Untersuchung.

Die Thymus setzte sich wie gewohnt am Halse hinunter fort, aber da wo die Mittelthyreoidea liegen sollte, war sie durch ein schmales Zellenband mit ihrem früheren Kopfe (dem neuen Körper), welcher seinerseits eng mit Corpus x zusammenhing, vereinigt. Der untere Theil der Thymus (Corpus novum) sah ganz roth aus und konnte durch seine Farbe leicht von der übrigen Thymus unterschieden werden. — Die Farbe war so intensiv, wie die des neuen Körpers in anderen Embryonen, nämlich eine Mittelfarbe zwischen derjenigen der Thymus und der mittleren Thyreoidea.

Lateralwärts vom Thymuskopfe befanden sich auf einer Seite zwei kleine Körper, deren Bedeutung ich nicht versuchen will zu erklären.

Das Corpus y bestand auf einer Seite aus einem Körper, während man auf der anderen Seite ganz deutlich drei Kügelchen sehen konnte.

Ein 17 tägiger Embryo zeigt dasselbe Bild, wie ein 11 Tage alter. — Die Thyreoidea, der neue Körper und Corpus x sind alle gänzlich getrennt und übereinander gelegen. Es scheint, als ob die Vereinigung der drei Körper aufgeschoben worden wäre.

Das Corpus y ist auf jeder Seite ein unregelmässiger Körper, welcher nach allen Richtungen hin Verlängerungen aussendet.

In einem mehrere Tage alten Hühnchen ist die Thyreoidea völlig gebildet, auf einer Seite ist sie deutlich nierenförmig und an ihrem Hilus sieht man eine Vene entstehen, die sich in die Vena jugularis entleert. Dies entspricht dem, was ich in meinen Schnitten sah, als ich den „neuen Körper" zuerst erblickte.

Digitized by Google

Das Corpus y erscheint auf jeder Seite als eine Anhäufung kleiner Körner unter und hinter dem dritten Aortenbogen.[1]

Zusammenfassung.

1. Seessel's Beschreibung der mittleren Thyroidea war richtig. Ich kann hinzufügen, dass sie von einer Stelle in der Mittellinie, zwischen dem zweiten und dritten Bogen gelegen, herrührt. Er sah theils die Mittelthyroidea nicht, aber er vermuthete sie, und zwar liess er sie als einen soliden Körper sich halbiren. In zwei von meinen Embryonen ist die Thyroidea als ein solider Körper fast getheilt und es ist demnach seine Vermuthung richtig.

2. Die Thymus wird von der entodermalen Auskleidung der dritten Branchialtasche gebildet. — Nachdem die Thymus von dem Schlunde getrennt ist, hat sie eine dreieckige Form und liegt lateral- und dorsalwärts vom dritten Aortenbogen. Während der Kopf sich aufrichtet, verlängert sich der obere Thymustheil sehr rasch, während der untere

[1] Als obige Arbeit druckfertig war, kam mir eine Arbeit von Pierre de Meuron betitelt: „*Recherches sur le developpement du Thymus et de la Glande Thyreoide.*" Inaugural-Dissertation. Genève 1886, zu Händen.

Diese Arbeit behandelt alle Wirbelthierclassen, ich bespreche jedoch nur den Theil, der das Hühnchen betrifft.

Zuerst behauptet Meuron, dass die Verschlussplatte von His nicht existirt, welche Behauptung ich für das Hühnchen als durchaus hinfällig bezeichnen muss. Wenn irgend Jemand einen Hühnerembryo jedweden Alters sorgfältig härtet und schneidet, so wird er die Branchial-„Spalten" niemals offen finden.

Auf seiner Taf. XVI Fig. 19 hat er sich im Numeriren der Aortenbogen sehr geirrt. Anstatt 3, 4 und 5 muss es 5, 4 und 3 heissen. Diesen Irrthum könnte man leicht als Druckfehler hingehen lassen, wenn er ihn nicht auf andere Figuren wiederholen würde und die Carotis communis nicht hinter dem entstehen liesse, was eigentlich der fünfte Aortenbogen ist. Seine Carotis communis ist nur die absteigende Aorta. Da er solch grobe Fehler bei den Aortenbogen machte, können wir ihm dann wohl Glauben bei schwierigeren Fragen schenken? Hätte er Reconstructionen gemacht, so würde er diese Fehler leicht vermieden haben.

Am siebenten Tage und nachher sah Meuron den Körper nicht, welchen ich „neuer Körper" benannt habe, und das, was er mit Nebenschilddrüse (Taf. XVII Fig. 2 roth) bezeichnet, entsteht nicht von dem, was er rudimentäre Branchialspalte nennt (Taf. XVII Fig. D roth). — Man braucht nur einen 10 bis 20 tägigen Embryo zu nehmen und die Carotis communis zu entfernen, so sieht man hinter ihr einen Körper oder eine Körpergruppe. — Diese entsteht von einer rudimentären Branchialspalte. — Er sah aber diese Körpergruppe nicht.

Ich bezweifle nicht, dass wenn Pierre de Meuron den Schnitt nochmals untersucht, wovon er Fig. 17 nahm, dass er bei 250facher Vergösserung leicht im Stande sein wird, in „*p. br.* 3" Ectoderm und Entoderm zu unterscheiden.

Digitized by Google

Theil knollig bleibt und seitlich vom Thyreoidealappen liegt. Während des siebenten Tages ist der untere knollige Theil der Thymus vom Hauptkörper getrennt und die Thyreoidea schiebt sich zwischen die beiden Theile ein.

Die aus der dritten inneren Branchialtasche entstehenden Körper beschrieb Seessel als „Nebenschilddrüsen".

3. Die vierte entodermale Tasche und die Fossa subbranchialis liefern jede einen Körper. Die beiden sind zuerst zwischen dem vierten und fünften Aortenbogen vereinigt, ihr Verbindungsband wird aber am Ende des fünften Tages getrennt. Der Körper von der Fossa subbranchialis enthält ein Lumen und liegt medialwärts vom vierten Aortenbogen, während der Körper von der vierten inneren Tasche seine frühere Lage, nämlich seitlich vom vierten Aortenbogen und unter dem vom unteren Ende der Thymus gebildeten Körper, beibehält. — Während des siebenten und achten Tages sind die Thyreoidea, das untere getrennte Ende der Thymus (neuer Körper), das untere Thymuskörperende, der Körper von der vierten inneren Tasche (Corpus x) und der Körper von der Fossa subbranchialis (Corpus y) so eng vereinigt und mit einander zusammenhängend, dass sie nur mit starker Vergrösserung getrennt werden können.

Am Ende des zehnten Tages berührt die Thymus die Thyreoidea nicht, das untere getrennte knollige Ende der Thymus und der Körper von der vierten inneren Tasche haben sich vereinigt und liegen unterhalb, vorderhalb und leicht seitlich von der Thyreoidea. Dieser neugebildete Körper hat genau dieselbe Structur, wie die Mittelthyreoidea; nach vierzehn Tagen ist er mit diesem Organ zur bleibenden Thyreoidea vereinigt.

4. Der von der Fossa subbranchialis entstehende Körper hat durch seine ganze Entwickelungszeit hindurch eine von den umgebenden Körpern verschiedene Structur. Während des siebenten und achten Tages waren die sämmtlichen Gebilde so eng mit einander verbunden, dass ich sie trotz der grössten Mühe nicht definitiv trennen konnte.

Am zehnten Tage liegt der Körper y noch medialwärts vom vierten Aortenbogen und er ist jetzt gänzlich von den umgebenden Körpern getrennt. Seine Structur ist durchweg verändert; die Zellen sind nicht deutlich vom umgebenden Gewebe getrennt.

Nach dem zehnten Tage zerfällt dieser Körper nach und nach in kleine Körner, so dass er am Ende der Brützeit die Körnchen bildet, welche Remak rund um den Aortenbogen sah.

Digitized by Google

Die Zunge.

a) Geschichte.

Reichert[1] beschrieb die Entwickelung der Zunge der Säugethiere und der Vögel so genau, dass während 50 Jahren, welche seit seiner Beschreibung verflossen sind, der Gegenstand, soweit es die Vögel betrifft, nicht wieder bearbeitet wurde. — Er schildert den Anfang der Entwickelung wie folgt: „An dem Schlussstücke der Visceralbogen bemerkt man bald nach der Vereinigung der einzelnen Fortsätze gerade in der Vereinigungslinie eine ähnliche erhabene Leiste, wie bei den Säugethieren. Sie liegt auf dem zweiten und dritten Visceralbogen, stösst an den ersten nach vorn und überragt etwas den dritten, um kurz vor den beiden Hügelchen, welche die Anlagen der Cartilagines arytaenoideae vorstellen, sein Ende zu nehmen."

Bei den Säugethieren beschrieb Dursy[2] die Zunge so, als wenn sie von zwei Körpern, welche auf jeder Seite der Mittellinie und auf der Innerfläche der ersten drei Bogen liegen, ausginge. Die beiden Körper verbinden sich zur Bildung des Zungenkörpers, während der zweite und dritte Bogen die Wurzel bildeten.

Kölliker[3] untersuchte Kaninchen und fand, dass die Zunge als ein unilateraler Körper von der inneren Oberfläche der ersten drei Bogen, aber hauptsächlich von dem ersten ausginge. Die neuesten Beobachter His[4] und Born[5] stimmen darin überein, dass der Zungenkörper als ein unilaterales Gebilde entstehe, gehen aber über ihre Lage auseinander. His machte seine Untersuchungen an menschlichen Embryonen und hält aufrecht, dass der unpaare Körper, welchen er „Tuberculum impar" nennt, von dem Raume im Mundboden zwischen dem ersten und zweiten Bogen ausgeht, während Born den Körper, welchen er „Schaltstück" nennt, hauptsächlich vom ersten Bogen entstehen lässt. Für die Bildung der Zungenwurzel schliesst Born einen Antheil des dritten Bogens entschieden aus, er lässt sie ausschliesslich nur vom zweiten Bogen entstehen. His stellt dagegen endgiltig fest, dass die Zungenwurzel vom zweiten und dritten Bogen gebildet wird. Nachdem wir nun diese letzten Ansichten über den Ursprung der Zunge bei den Säugethieren vernommen haben, können wir mit grösserem Interesse den Ursprung derselben bei den Vögeln verfolgen, denn bei diesen muss die Zunge analog wie bei jenen gebildet sein.

Zusammenfassung.

Durchschnitte und Construction (Fig. 11) eines 2 Tage 22 Stunden alten Embryos zeigen im Schlunde durchaus keinen Anfang der Zunge. An

[1] 1837. [2] 1869. [3] 1879.
[4] Th. I. 1880. Th. III. 1885. [5] 1883.

Digitized by Google

der ventralen Wand des Schlundes zwischen dem zweiten und dritten Bogen ist die Oeffnung, welche zur mittleren Schilddrüsenanlage führt.

Beim Embryo von 3 Tagen 16 Stunden (Fig. 12) haben bemerkenswerthe Veränderungen stattgefunden. Die Ventralwand des Schlundes hat jetzt dieselbe Krümmung wie diejenige des Kopfes, der Kiemendeckelwulst fängt an sich zu bilden und überragt theilweise den Sinus praecervicalis, und die Schilddrüse ist vom Schlunde vollständig abgeschlossen, aber sie zeigt ihre alte Verbindung durch ein Band von Epithelium-Zellen. Gerade in demselben Maasse, als der zweite Bogen sich weiter lateralwärts verschiebt, vergrössert sich die innere Höhlung dorsalwärts von jenem Bogen. Vor dem zweiten Bogenpaar und direct in der Mittellinie entsteht ein Körper, welcher bis zum Unterkiefer reicht und der nachher auch das dritte Bogenpaar berührt. — Dieser Körper soll mit His das „Tuberculum impar" genannt werden. Am hinteren Theil des Tuberculum impar befindet sich das Band von Epithelium-Zellen, welches die ursprüngliche Verbindung zwischen der Schilddrüse und dem Schlunde bezeichnet.

In einem Embryo von 5 Tagen (Fig. 13), bei dem die Schnitte im rechten Winkel zur Zunge verlaufen, zeigt sich auf jeder Seite der Zunge eine tiefe Furche, seitlich davon eine Gruppe von Knorpelzellen, welche das Zungenbeinhorn bezeichnen. Etwas tiefer sind die Furchen auf jeder Seite der Zunge geschlossen.

Figg. 13 und 14 sind directe Zeichnungen, Fig. 14 zeigt den Mundboden eines 5 Tage alten Embryos. Der Unterkiefer hat bereits Schnabelform angenommen und hinter der Zunge ist eine kleine Erhöhung: „der rudimentäre Kehldeckel".

Während und nach dem fünften Tage können wir nicht mehr von einem zweiten, dritten und vierten Branchialbogen reden, denn die epitheliale Auskleidung der inneren Taschen hat sich in Gruppen geordnet und das Gewebe der Bogen ist verschmolzen, so dass es unmöglich ist, dieselben zu trennen.

Eins ist sicher: so lange als der dritte Bogen noch isolirt werden kann, ist er eng mit der Zunge vereinigt. Welchen Antheil der dritte Bogen an der Zungenwurzelbildung nimmt, ist wieder schwierig festzustellen, aber ohne Zweifel gehört der Theil, welcher innerhalb und hinter dem Zungenbeine liegt, zu jenem Bogen.

c) Zusammenfassung.

Der Zungenkörper entsteht als eine kleine Erhebung, welche in der Mittellinie liegt, direct vor dem vereinigten zweiten Bogen und unter Berührung des ersten.

Die Zungenwurzel ist hauptsächlich vom zweiten und theilweise vom dritten Bogen gebildet.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I—III.)

Fig. 1. Hühnerembryo von 2 Tagen. 10mal vergrössert.
I, II, III und IV Branchialbogen.
O. K. Oberkieferfortsatz.
H. Herz.
O. B. Ohrenbläschen.
A. Auge.
L. Linse.
G. Ganglion Gasseri.

Fig. 2. Hühnerembryo von 3 Tagen. 10mal vergrössert. Bez. wie oben.
B. A. Bulbus Aortae.
1, 2. Zwei Hügelchen neben *O. B.*
G. Ganglion Gasseri.
M. Mittelhirn.
Z. Zwischenhirn.
N. G. Nasengrube.
All. Allantois.

Fig. 3. Embryo von 4 Tagen. 10mal vergrössert.
C. br. Colliculi branchiales externi.
V. Vertiefung im hinteren Theil der ersten Grube.

Fig. 4. Embryo von 5 Tagen. 10mal vergrössert.
II. Kiemendeckelwulst des zweiten Branchialbogens.
A. O. Aeusseres Ohr.
U. K. Unterkiefer.

Fig. 5. Embryo von 6 Tagen. 10mal vergrössert.
Sb. Schnabel.

Fig. 6. Embryo von 7 Tagen. 10mal vergrössert.

Fig. 7. Vordere Ansicht der Branchial-Gegend eines Embryos von 3 Tagen. 10mal vergrössert.
V. H. Vorderhirn.
Tr. u. *Oe.* Trachea und Oesophagus.
B. A. Bulbus Aortae.
V. J. Vena Jugularis.
A. D. Aorta descendens.
Ch. Chorda.
R. Rückenmark.

Digitized by Google

Fig. 8. Vordere Ansicht der Branchial-Gegend eines Embryos von 4 Tagen. 10 mal vergrössert.

N. G. Nasengrube.

Fig. 9. Vordere Ansicht der Branchial-Gegend eines Embryos von 5 Tagen. 10 mal vergrössert.

Fig. 10. Vordere Ansicht der Branchial-Gegend eines Embryos von 6 Tagen. 10 mal vergrössert.

Fig. 11. Reconstruction der Branchial-Gegend eines Embryos von 2 Tagen 22 Std. 30 mal vergrössert. Von hinten gesehen.

a^{I} a^{II} a^{III} Aortenbogen.
I, II, III Branchialbogen.
S. Schilddrüsengang, noch offen.
A. d. Aorta descendens.

Fig. 12. Reconstruirte Branchial-Gegend eines Embryos von 3 Tagen 16 Std. 20 mal vergrössert. Von hinten gesehen.

T. i. Tuberculum impar.
S. Schilddrüsenverbindung.

Fig. 13. Zunge eines Embryo von 6 Tagen. Directe Zeichnung. 10 mal vergrössert.

Z. Zunge.

Fig. 14. Zunge eines Embryos von 7 Tagen. Directe Zeichnung. 10 mal vergrössert.

Z. B. Zungenbein.
G. Glottis.

Figg. 15, 16. Schnitte eines Embryos von 2 Tagen 22 Std. 33 mal vergrössert.

Ph. Pharynx.
Ch. Chorda.

Fig. 17. Schnitte eines Embryos von 3 Tagen 7 Stunden. 33 mal vergrössert

Ph. Pharynx.
F. s. Fossa subbranchialis.

Fig. 18. Schnitte eines Embryos von 3 Tagen 22 Stunden. 33 mal vergrössert.

I. Kt. Innere Kiementasche.

Figg. 19, 20. Schnitte eines Embryos von 4 Tagen 3 Stunden. 33 mal vergrössert.

Figg. 21, 22, 23. Schnitte eines Embryos von 4 Tagen 16 Stunden. 25 mal vergrössert. Die Reconstruction ist in Figg. 45 und 46.

A. Kb. Zweite äussere Kiemenbucht.
T. Thymusanlage von der dritten inneren Tasche abgehend.

Figg. 24, 25. Schnitte eines Embryos von 5 Tagen. 25 mal vergrössert.

Zb. Zungenbein.

In den folgenden Figuren (26—34) sind die Bezeichnungen dieselben.

Ch. Chorda.
a^{III} a^{IV} a^{V} Aortenbogen.
C. Carotis.

Digitized by Google

Sub.	Subclavia.
Ph.	Pharynx.
Oe.	Oesophagus.
Tr.	Trachea.
Br.	Bronchus.
A. d.	Aorta descendens.
V. j. (blau)	Vena jugularis.
T.	Thymus.
S.	Thyreoidea.
N.	Neuer Körper.
x	Corpus *x*.
y	Corpus *y*.
K.	Kiemendeckelwulst.
S. pr.	Sinus praecervicalis.
Ec.	Ectoderm.

Die Reconstructionen sind von der Seite und von hinten gesehen gedacht.

Fig. 26. Profil-Reconstruction eines Hühnchens von 4 Tagen 16 Stunden. 50 mal vergrössert. Einige Schnitte dazu sind in Figg. 30—36 angegeben.

Fig. 27. Dasselbe, aber von hinten angesehen.

Fig. 28. Seiten-Reconstruction eines Hühnchens von 5 Tagen 16 Stunden. 33 mal vergrössert.

Fig. 29. Dasselbe, aber von hinten angesehen. Die Schnittrichtung war schräg, deshalb fällt das Corpus *y* zu hoch.

Figg. 30 und 31. Seiten- und Dorsal-Reconstruction eines Embryos von 6 Tagen 16 Stunden. 33 mal vergrössert.

Fig. 32. Reconstruction eines Hühnchens von 7 Tagen. 33 mal vergrössert.

Fig. 33. Reconstruction eines Hühnchens von 8 Tagen. 33 mal vergrössert.

Fig. 34. Reconstruction eines Hühnchens von 10 Tagen. 33 mal vergrössert.

Digitized by Google

Ueber die Muskeln der Ohrmuschel und einige Besonderheiten des Ohrknorpels.

Von

Dmitriy Tataroff.

(Aus dem anatomischen Institut zu Strassburg i. E.)

(Hierzu Taf. IV.)

Die Ohrmuschel bietet uns in der Reihe der Hülfsorgane des menschlichen Körpers sehr interessante Verhältnisse dar, sowohl was die Gestalt des Knorpels, als auch was ihre Hülfsapparate betrifft. Die Architectur des Ohrknorpels, die auf den ersten Blick sonderbar erscheint, lässt sich gleichwohl verstehen; und ebenso belehrend ist das Studium des Muskelapparates der Ohrmuschel. Dieser lässt die Spuren seines genetischen Zusammenhanges mit den vom Gesicht zum Ohre verlaufenden Muskeln auffinden und ausserdem gestattet er die Annahme einer gemeinschaftlichen und gleichzeitigen Wirkung, worauf schon Jung aufmerksam gemacht hat. Endlich kann man auch bei oberflächlicher Betrachtung einen gewissen Zusammenhang der Fett- und Haaranordnung mit der Ohrknorpelgestaltung constatiren.

Trotz der zahlreichen Untersuchungen über das Ohr und speciell das äussere Ohr sind unsere Kenntnisse nicht als abgeschlossen zu betrachten. Besonders in der Beschreibung der Ohrmuschelmuskeln stimmen die verschiedenen Autoren nicht überein. Die genaueste und naturgetreueste Beschreibung der Muskeln des äusseren Ohres finden wir in Sömmering's *Anatomie*. Ausserdem stellten verschiedene Autoren Untersuchungen über den feineren Bau der Gewebe des Ohres an, sowie über die physiologischen und pathologischen Veränderungen des Ohrknorpels. In letzter Beziehung muss ich besonders die Arbeit von Meyer hervorheben. In neuester Zeit hat Ruge die Beziehungen der Ohrmuskeln zu der Gesichtsmusculatur

Digitized by Google

klargelegt. Endlich finden wir in dem neu erschienen *Handbuch der Sinnesorgane* von Schwalbe genaue Mittheilungen über einige der uns beschäftigenden Fragen.

Meine Arbeit macht nun keinen Anspruch, eine erschöpfende Beschreibung bieten zu wollen, vielmehr soll sie nur einige Lücken ausfüllen. An Uebersichtsschnitten, in horizontaler und frontaler Richtung geführt, habe ich die Ohrmuschel studirt und die entsprechenden Schnitte von Embryonen zur Vergleichung herbeigezogen. Endlich versuchte ich, soweit wie möglich, die Muskeln auch makroskopisch darzustellen. Um zu grosse Schnitte zu vermeiden, theilte ich das erste Ohr in vier Quadranten durch zwei Schnitte, von denen der eine von der Incisura tragohelicina in horizontaler Richtung nach hinten, der andere vom Scheitel des Ohres zur Fissura antitrago-helicina des Ohrknorpels geführt wurde. Dieses Ohr zerlegte ich parallel der Horizontalebene in Querschnitte. Um eine genaue Uebersicht der Beziehungen der Mm. transversus auriculae und antitragicus einerseits, andererseits der Mm. tragicus und helicis major zu gewinnen, theilte ich ein zweites Ohr mit einem über die Gabelungsstelle des Anthelix nach der Incisura intertragica verlaufenden Schnitte in zwei Hälften, wobei der Scheitel des Ohres gleich über dem Crus anthelicis inferius abgetragen war. Auch dieses Ohr benutzte ich zur Anfertigung von Querschnitten. Theils um die auf solchem Wege gewonnenen Beobachtungen zu controliren, theils um die vertical aufsteigenden Muskeln in ihrer Länge zu treffen, machte ich Längsschnitte des Ohres, indem ich das Ohr wiederum mit einem über die Gabelungsstelle des Anthelix nach der Incisura intertragica verlaufenden Schnitte in zwei Hälften theilte, ohne aber den Scheitel abzutragen. Zu Längsschnitten habe ich wiederum zwei Ohren verwandt.

Ausserdem dienten die Ohren zweier etwa 5 Monate alter menschlicher Embryonen von 212 bez. 217 mm Scheitel-Steisslänge als Untersuchungsmaterial; ein Ohr des einen wurde in Querschnitte, das entsprechende des anderen in Längsschnitte zerlegt.

Bei allen meinen Ausführungen erfreute ich mich der steten Fürsorge und Leitung meines hochverehrten Lehrers Hrn. Prof. Dr. Schwalbe, und es möge mir gestattet sein, demselben meinen tiefstgefühlten Dank auszusprechen.

I. Ohrknorpel.

Digitized by Google

sammenhang dieser Durchbohrungen mit der Gestalt des Knorpels. Bei der nächstfolgenden Betrachtung versuche ich diesen Zusammenhang anzugeben. Ob er zufällig ist, oder mit der Gestalt des Knorpels innig zusammenhängt, stelle ich vorläufig dahin.

Crus helicis. Die Beschreibung des Ohrknorpels beginne ich mit derjenigen Stelle, wo das Crus helicis sich in den aufsteigenden Theil der Helix umbiegt. Von dieser Stelle angefangen findet sich an der einwärts gekrempten Platte der Helix eine Rinne, die schon von Sömmering als Rima helicis beschrieben und abgebildet worden ist (Fig. 1 *b*). Diese Rinne ist keine Fissur im eigentlichen Sinne. Sie ist zwar durch eine Trennung in der Continuität des Knorpels bedingt, wird aber vom Perichondrium ausgefüllt (Fig. 5 *p*). Die Rinne liegt der Concha näher als der Spina helicis und läuft in Folge des etwas schrägen Verlaufes des aufsteigenden Theiles der Helix auch schräg von hinten unten nach vorn oben. Bis zur Spina helicis reicht dieselbe jedoch nicht hin. Ihre Eigenthümlichkeit ist noch dadurch erhöht, dass sie lateral vom M. helicis minor überdeckt wird. Der Muskel mit seinem Ursprunge sitzt in ihr wie in einer Nische (Fig. 5, *h. mi*). Darum bekommt man sie leicht von der medialen Seite der einwärts gekrempten Platte der Helix zu sehen, wenn man den Ursprung des Muskels etwas abhebt. Gegen das Licht betrachtet erscheint sie in Form eines hell durchscheinenden Streifens. Dabei sieht die Rinne etwas *S*-förmig aus und bildet mit der Axe des entsprechenden Theiles der Helix einen kleinen Winkel.

Wegen ihrer Beziehung zum M. helicis minor möchte ich sie als Fissura pro M. helicis minore bezeichnen, oder auch als Fissura helicis.

Die Fissur steht in keinerlei Beziehung zu den Gefässen.

Auffallend ist ferner der Zustand des darunter gelegenen Wulstes des aufsteigenden Theiles der Helix, wo dieser in die mediale Wand der Cymba conchae übergeht. Auf den Schnitten zeigt sich zuerst das betreffende Perichondrium verdickt und dabei unregelmässig, so dass es wie ausgezackt erscheint. Der Knorpel selbst zeigt sich in seinem Centrum von den eingedrungenen Capillaren etwas aufgelöst, wie verflüssigt, durchscheinend; auch einzelne Fetttröpfchen sind zu beobachten. Nach der Anschauung von Meyer darf man diesen Zustand noch nicht als pathologisch betrachten, weil ähnliche Vorgänge auch normal vorkommen können.

Was die Embryonen betrifft, so kommt auch bei ihnen die obengenannte Fissura helicis vor. Auch bei ihnen steht sie in ebensolchen Verhältnissen zum M. helicis minor.

Ueberhaupt fand ich diese Fissur jedesmal sowohl mikroskopisch als makroskopisch, so dass man sie als constanten Befund betrachten kann.

Digitized by Google

Gefässdurchbohrungen und Knorpelinseln am Helixrande. Dem Helixrande folgend finden wir vielfache Durchborungen des Knorpels durch Gefässe. So entstehen Fissuren, welche die Durchtrittsstellen der Gefässe bezeichnen; ebenso finden sich hier auch sogenannte Knorpelinselchen, die mit dem übrigen Knorpel mittelbar durch das Perichondrium verbunden sind (Fig. 1, *a, a'* Fig. 2, Fig. 4). Solche Inseln finden sich in Rüdinger's *Atlas des menschlichen Gehörorganes* in der II. Lieferung, Taf. V und Taf. IX, Fig. 2 abgebildet und in der Erklärung der zuletzt genannten Figur kurz beschrieben. Am nicht geschnittenen Ohre erscheinen die diese Knorpelinseln abtrennenden Lücken theils nur als Fissuren, theils als vollständige Continuitätstrennungen. Fissuren sind immer durch den Durchtritt der Gefässe entstanden, während wir bei den Knorpelinseln gewöhnlich keine Gefässe durchtreten sehen, ausser vielleicht denjenigen, die das Perichondrium ernähren. Ihre Lage haben die Gefässdurchbohrungen in folgenden Höhen (vergl. Fig. 1):

A. In der Nähe des hinteren Randes des aufsteigenden Theiles der Helix:

1. Auf der Höhe des Crus anthelicis inferius.

2. Auf der Höhe der Fossa triangularis.

3. Auf der Höhe des Crus anthelicis superius.

B. Im Gebiet des oberen und absteigenden (hinteren) Theiles der Helix, nahe dem freien Rande:

1. Gleich hinter dem Crus anthelicis superius.

2. Auf der Höhe der Fossa triangularis.

3. Auf der Höhe der Gabelung der Anthelix.

4. Nach unten davon bis zur Höhe des Crus helicis an vier bis fünf Stellen.

An allen diesen Stellen erscheinen die durch das Durchtreten der Gefässe entstandenen Inseln auf den Schnitten entweder einzeln gelegen oder zu Gruppen von zwei bis drei Inseln vereinigt.

Was nun die echten Knorpelinseln betrifft, so sitzen sie gewöhnlich am Rande des Knorpels, sind mit dem Knorpel (oder den nächstliegenden Inseln) durch das Perichondrium verbunden und sind dabei von Fettgewebe

Digitized by Google

2. Etwas nach unten davon liegt die zweite kleinere und endlich

3. am unteren Ende des absteigenden Helixrandes liegt die dritte kleinste Knorpelinsel.

Meist liegen auf den Praeparaten die Inseln in directer Fortsetzung des Helixknorpels, in anderen Fällen sind sie aus der Ebene des Helixrandes nach innen oder aussen verschoben. Eine Verschiebung nach aussen findet bei den ersten oberen Inseln statt; eine Verschiebung nach innen bei der unteren.

Von den Inseln beim Embryo lässt sich im Allgemeinen dasselbe sagen; nur sitzen sie hier zahlreicher und dichter auf dem hinteren Helixrande bis zur Cauda helicis herab.

Cauda helicis. Die Cauda helicis stellt ein dreiseitiges Prisma dar mit einer stark lateralwärts ausgezogenen Kante, Crista lateralis (Figg. 1 und 6, *d*), mit einer kürzeren abgerundeten medialen (Figg. 1 und 6, *e*), Crista medialis, und einer scharfen hinteren, Crista posterior (Figg. 1 und 6, *c*). Diese Gestalt wird dadurch bedingt, dass die Eminentia scaphae allmählich in die Crista posterior ausläuft, während die Crista lateralis die Verlängerung der hinteren Platte der Anthelixfalte und die Crista medialis die Verlängerung der hinteren Wand der Fossa anthelicis vorstellt. Die vordere Wand der Anthelix geht in den Antitragus unmittelbar über. An Querschnitten sieht man leicht, dass diese Trennung der Crista lateralis vom Anthelix auf dem Gipfel des unteren Endes der Anthelixfalte erfolgt.

Die Crista lateralis verläuft parallel dem Antitragus; die zwischen Cauda helicis und Antitragus liegende Fissura antitrago-helicina ist zur Aufnahme der in die Fossa anthelicis emporsteigenden Gefässe bestimmt, überdies auch zuweilen von Bündeln des M. transversus auriculae, die sich medianwärts unmittelbar an die Bündel des M. antitragicus anschliessen, erfüllt.

Crus anthelicis inferius. Auf dem Crus anthelicis inferius bietet sich zuerst ein eigenthümliches Verhältniss dar zwischen dem Conchaknorpel und dem Knorpel der Fossa triangularis. Die Arteria und Vena auricularis anterior senden nämlich auf der medialen (Kopf-) Seite der Ohrmuschel nach hinten und unten je einen Zweig in den Sulcus anthelicis transversus (Schwalbe). Dieselben senken sich tief zwischen die Knorpel selbst hinein, wobei sie zahlreiche Zweige in das Perichondrium und den Knorpel selbst hineinschicken. An den Eintrittsstellen dieser Zweige bemerkt man eigenthümliche Veränderungen in dem Knorpel, verbunden mit dem Auftreten von Fettgewebe. Aber, im Gegensatz zu den Veränderungen des Perichondriums am Wulste des aufsteigenden Helixtheiles, sieht man hier das Perichondrium stellenweise längs des Sulcus anthelicis transversus theils

Digitized by Google

abgehoben und theils durch Fettgewebe ersetzt. Der Knorpel selbst zeigt unregelmässige Conturen, ist ungleich dick, hier und da dringen in den Knorpel selbst die Capillaren hinein. Mit einem Worte, wir haben es hier vielleicht mit einer normalen Erweichung des Ohrknorpels zu thun. Für uns hat das die Bedeutung, dass der Knorpel an dieser Stelle nachgiebiger wird. Der letzte Zustand erleichtert bedeutend die Function des M. obliquus auriculae, trotzdem der Knorpel gerade hier am dicksten zu sein scheint.

Wenden wir uns jetzt zu der makroskopischen Betrachtung des Crus anthelicis inferius, so können wir leicht ersehen, dass das Crus anthelicis inferius sich aus zwei übereinander geschobenen Knorpelplatten bildet, von denen die eine der Fossa triangularis, die andere der Eminentia conchae zugehört. Da aber der Gipfel der Eminentia conchae weit höher liegt, als das nach unten hinübergeschobene Crus anthelicis inferius, so sehen wir auf der Höhe des letzteren drei in gleicher Ebene liegende Knorpelplatten: die eine geht von der Fossa triangularis nach unten, die zweite bildet die laterale Wand der kuppelförmigen Erhebung der Cymba conchae. Indem sie sich auf der Kopfseite der Ohrmuschel von der ersteren Knorpelplatte durch den Sulcus anthelicis transversus trennt, vereinigt sie sich lateral und unten mit der ersteren Platte zum Crus anthelicis inferius. Endlich stellt die dritte Knorpelplatte die mediale Wand der Erhebung der Cymba vor. Am Ohre lassen sich diese Knorpelplatten ihrer Lage nach unterscheiden in eine obere laterale, eine untere mittlere und eine mediale.

Anthelix. Auch die in der Fossa anthelicis emporsteigenden Gefässe liegen in der Tiefe und werden vom M. transversus auriculae bedeckt. Sie schicken hier und da in das Perichondrium des Knorpels einzelne ernährende Zweige hinein, welche sich da vielgestaltig verästeln. Im Uebrigen bietet der Knorpel des Anthelix nichts Besonderes in seinem mikroskopischen Bau dar.

Concha. Während wir an dem Anthelix und Helix keine besonderen Durchbohrungen der Gefässe durch den Knorpel, ausser denjenigen am Helixrande, beobachtet haben, finden wir dagegen an den übrigen Theilen des Ohrknorpels zahlreiche Gefässdurchbohrungen. Alle diese Durchtrittsstellen aber kommen gewissen Bezirken der betreffenden Knorpel zu. Besonders auffallend sind die Durchbohrungen an der Cymba conchae und zum Theil an der Concha selbst. Schon von Meyer ist hervorgehoben worden, dass der Eintritt der Gefässe auf gewisse Bezirke beschränkt bleibt, und dass ein Theil dieser Gefässe direct durchtritt und für diese im Knorpel ein durch eine Membrana obturatoria verschlossenes Loch sich vorfindet. Ein anderer Theil dagegen verzweigt sich im Knorpel selbst. Endlich sind die grösseren Gefässe durch eine dem Perichondrium gleichende Bindegewebs-

Digitized by Google

umhüllung von der Knorpelsubstanz geschieden, die Capillaren und kleineren Gefässe aber entbehren einer solchen Umhüllung. Der Knorpel selbst scheint in der Nähe dieser Gefässe dem hyalinen ähnlicher zu sein.

In Uebereinstimmung mit diesen von Meyer ermittelten Thatsachen möchte ich hinzufügen, dass die Durchtrittsstellen der grösseren von einer membranösen Umhüllung umgebenen Gefässe der Cymba conchae angehören, an deren Durchtrittsstellen in gewissem Sinne eine Membrana obturatoria vorhanden ist, dagegen treten in der Cavitas conchae im engeren Sinne nur Capillaren und kleinere Gefässe durch. Durchtrittsstellen von Gefässen durch die Concha finden sich in folgenden Bezirken:

A. In der Cymba conchae:

1. An der Umbiegungsstelle des Crus helicis in den aufsteigenden Theil der Helix.

Diese Durchbohrung liegt in der Tiefe der Cymba zwischen der einwärts gekrempten Platte der Helix und der medialen Wand der Cymba. Sie liegt ferner etwas mehr hinten als der ihr gegenüberliegende Anfang der Fissura helicis.

2. Unmittelbar unterhalb des Crus anthelicis inferius. Diese liegt viel mehr nach vorne (Fig. 1).

Von diesen beiden Stellen verzweigen sich die Gefässe auf der ganzen Fläche der Cymba. Beide Löcher zeigen Andeutungen einer Membrana obturatoria im Sinne von Meyer.

B. In der Concha im engeren Sinne:

1. Vor dem Ponticulus (Agger), von der medialen Fläche der Concha aus.

2. Mitunter sind an der Uebergangsstelle des unteren Endes vom Anthelix in den Antitragus eine, und

3. stets nahe dem Begrenzungsrande der Fissura terminalis (Schwalbe) und im Ponticulus (Agger) eine ganze Reihe von Gefäss-(Capillar-)Durchbohrungen zu finden.

Entsprechend dem Ponticulus zeigt der Knorpel auf Querschnitten eine spindelförmige Verdickung, die in der Mitte vielfach von Capillaren durchbohrt wird. Ausserdem zeichnet sich der Knorpel in der Mitte dieser spindelförmigen Verdickung von der übrigen Knorpelsubstanz durch seine mehr durchscheinende Beschaffenheit aus.

Aus dieser Betrachtung der Durchtrittsstellen der Gefässe der Concha ist es leicht zu erkennen, dass diese sich an den Grenzen der einzelnen besonders benannten Theile des Ohrknorpels befinden.

Digitized by Google

Tragus. Neben den bekannten Incisurae Santorini, von denen die eine zum Durchlass der Gefässe auf die innere Fläche des knorpeligen Gehörgangs und als Sitz des M. incisurae Santorini dient, finden sich im Knorpel der Tragusplatte einige Durchbohrungen durch Gefässe. Alle diese liegen in der Verlängerung der Incisura Santorini major nach oben, meistens sind es kleinere Gefässe, die also von der Knorpelsubstanz durch eine specielle bindegewebige Hülle nicht scharf genug geschieden sind, — übrigens wechseln die Durchtrittsstellen der kleineren Gefässe mit denjenigen der grösseren ab. Die Gefässe nehmen ihren Verlauf nach der inneren Oberfläche der Gehörgangswand. Der Knorpel der Tragusplatte ist nicht überall von gleicher Dicke. Nahe dem freien verticalen Tragusrande ist er etwas verdickt, in der Mitte dünner. Ausserdem zeigt er im oberen Abschnitt dieses Randes Auszackungen und Einkerbungen. Die Durchtrittsstellen der Gefässe liegen am Tragus auf den folgenden Höhen (vergl. Fig. 1):

1. Zwischen dem unteren und mittleren Drittel der Höhe der Tragusplatte liegt der Durchtritt eines grösseren Gefässes.

2. Am mittleren Drittel der Höhe der Tragusplatte.

3. Zwischen dem oberen und mittleren Drittel.

4. Im oberen Drittel der Höhe liegen in einer Horizontalebene neben einander zwei Gefässdurchbohrungen.

5. Endlich an der, dem Tuberculum supratragicum (His) entsprechenden Spitze des Tragus, wo dieselbe sich an das Crus helicis anlegt.

II. Die Fettanordnung an der Ohrmuschel.

In der Regel wird angegeben, dass, abgesehen von der Helix und dem Ohrläppchen, Fett sich nicht auf der lateralen Fläche der Ohrmuschel befinde. Es wurde aber in der letzten Zeit von Schwalbe hervorgehoben, dass auch hier Fetträubchen an verschiedenen Stellen beobachtet werden. Bei der Betrachtung der Uebersichtsschnitte des Ohres bin ich zu derselben Ueberzeugung gekommen, nämlich der, dass die laterale Fläche der Ohrmuschel nicht gänzlich des Fettgewebes entbehrt. Die genaueren Verhältnisse sind folgende. Es findet sich kein Fett: in der Cymba conchae, in den tiefsten Partien der Concha, auf dem Crus anthelicis inferius, auf dem Gipfel der Anthelixfalte, auf der medialen Fläche des

Digitized by Google

lich findet sich das Fettgewebe auf dem aufsteigenden Theile der Helix, der lateralen (äusseren) Fläche des Tragus, der lateralen Fläche des Antitragus. Ausserdem ist als Regel hervorzuheben, dass das Fettgewebe sich an den Rändern des Tragus, Antitragus und der Helix immer noch eine kurze Strecke weit auf die sonst fettlose Seite fortsetzt.

Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass die Fettvertheilung innig mit der Knorpelconfiguration zusammenhängt. Das Fett fehlt überall da, wo die Haut stark über dem Knorpel gespannt ist, wie das auf der Anthelix der Fall ist. Wo die Spannung der Haut etwas nachlässt, wie das auf den Abhängen der Anthelixfalte geschieht, oder wo der Knorpel dünner wird, wie in der Scapha, tritt schon Fett auf, obgleich nur in geringer Menge. An denjenigen Stellen aber, die unmittelbar an die benachbarten Bezirke des Gesichts grenzen, stellt das Fettgewebe die Fortsetzung des subcutanen Fettes dieser Bezirke vor. Dem entsprechend sind die lateralen Flächen des Tragus und der Helix so reichlich mit Fettgewebe versorgt. Das Fettgewebe der lateralen Fläche des Antitragus hängt unmittelbar mit dem Fettgewebe des Lobulus auriculae zusammen, dessen Fettgewebe seinerseits die Fortsetzung desselben der medialen Ohrfläche bildet. Die letztere ist reichlich mit Fettgewebe versorgt, das auch die Fossa anthelicis und den Sulcus anthelicis transversus erfüllt.

Wenn wir bei dieser Aufzählung auch nur die anatomischen Verhältnisse berücksichtigt haben, so können wir die Rolle mechanischer Momente bei der Fettanordnung auf der Ohrmuschel nicht verkennen.

III. Die Haaranordnung.

Wie die Fettanordnung, so steht auch die Haarvertheilung im gleichen Zusammenhange mit der Knorpelconfiguration. Auf den besonders hervortretenden und ausgebuchteten Partien fehlen die Haare entweder ganz oder sind äusserst spärlich vertheilt; und zwar stehen sie dann nicht vertical auf dem Knorpel, sondern etwas schräg, einen spitzen Winkel, dessen Oeffnung nach hinten sieht, mit dem Knorpel bildend. Wo dagegen etwas Fett liegt, sind die Haare zahlreicher. Als eine besondere Eigenthümlichkeit erscheinen bekanntlich ferner bei älteren Leuten die sogenannten Bockshaare auf der Innenfläche des Tragus und Antitragus. Ich glaube die starke Entwickelung derselben damit in Zusammenhang bringen zu können, dass lockeres subcutanes Bindegewebe an obiger Stelle reichlicher vorhanden ist, als irgendwo sonst am Ohre.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Erwachsenen stehen die Haare beim Embryo sehr dicht neben einander; dabei sind dieselben sehr lang

Digitized by Google

reichen mit ihrem Bulbis bis an den Knorpel heran, so dass es den Eindruck macht, als ob die Haare einen gewissen Einfluss auf die Knorpelconfiguration hätten. Auch sind die Haare beim Embryo noch viel regelmässiger über die Ohrmuschel vertheilt.

Zur Erläuterung des über die Haaranordnung berichteten gebe ich zum Schluss eine Tabelle, welche die Zahl der auf den Querschnitten getroffenen Haare angeben mag. Dabei versuchte ich die Haaranordnung im Zusammenhange auch mit derjenigen des Fettes zu betrachten, und dem entsprechend theile ich in meiner Tabelle die Ohrbezirke in vier Gruppen:

1. In Theile, die fettlos sind.

2. In solche die wenig Fett besitzen.

3. In solche die viel Fett besitzen.

4. Endlich sind als eine besondere Gruppe die medialen Flächen des Tragus und Antitragus zu betrachten. Selbstverständlich macht meine Tabelle nicht den Anspruch auf absolute Genauigkeit, sondern sie soll nur zur übersichtlichen Veranschaulichung der allgemeinen Verhältnisse dienen.

I. Theile, die viel Fett besitzen.

	Zahl der Haare auf dem Querschn. Erwachsen.	Embryo.
1. Incisura trago-helicina	15—60	20—30
2. Laterale Fläche des aufsteigenden Theiles der Helix	40—50	20—30

II. Theile, die wenig Fett besitzen.

1. Mediale Fläche der aufsteigenden Helixplatte	7- 30	10— 12
2. Hinterer Theil der Helix	13—15	10—12
3. Gebiet der Incisura Santorini	10—15	10—12
4. Concha	10—15	10—12

III. Theile, die fettlos sind.

1 Crus anthelicis superius	10--15	15—30
2. Crus anthelicis inferius	0	0
3. Anthelixfalte	7—18	0
4. Fossa triangularis	0	0
5. Cymba conchae	0	0

IV. Theile, die reichliches subcutanes Bindegewebe besitzen.

1. Mediale Fläche des Antitragus	20—40	20—25
2. Mediale Fläche des Tragus	15 60	45

Digitized by Google

Betrachten wir flüchtig diese Tabelle, so sehen wir, dass diejenigen Theile, über denen die Haut stark gespannt ist und die ganz fettlos sind, auch keine Haare zeigen, oder dieselben in äusserst geringer Zahl besitzen. Die Theile, deren Haut nicht so stark gespannt ist und die dabei etwas Fett besitzen, bieten reichlichere Behaarung dar, und diejenigen Theile endlich, wo die Haut schlaff und wo Fett vorhanden ist, sind sehr reichlich behaart. An den Embryonen macht sich ein solcher Unterschied nicht geltend. Sehen wir von Embryonen ab, so können wir auch in der Frage der Haaranordnung den Zusammenhang derselben mit der Knorpelgestaltung und zugleich auch mit der Fettanordnung nicht verkennen. Allein es scheint uns auch umgekehrt ein Einfluss der Haare auf die Configuration des Knorpels zu bestehen, worauf das oben erwähnte Verhalten der Haare bei Embryonen hinweist.

Schweissdrüsen.

Ausser den Haaren müssen hier kurz noch die Schweissdrüsen erwähnt werden. Dieselben fehlen meist in der Cutis der lateralen Ohrmuschelfläche; nur in einzelnen Bezirken sind sie zu finden. So finden sich die Schweissdrüsen auf der Eminentia scaphae, der lateralen Fläche des Antitragus, auf dem Lobulus auriculae bis zur Basis der Cauda helicis und auf dem vorderen Abhange des untersten Theiles vom Anthelix.

Ausserdem sind Schweissdrüsen regelmässig auf der medialen Fläche der Incisura Santorini zu 3—5, der medialen Fläche des Tragus zu 2—10 und auf der Incisura trago-helicina zu 3—10 anzutreffen.

IV. Muskeln der Ohrmuschel.

Bei der Betrachtung der Form der Ohrmuschel kann uns nicht entgehen, dass dieselbe trichter- und schraubenförmig angeordnet ist. Der ersten Schraubenwindung entspricht die Helix bis zum unteren Ende ihres umgekrempten Randes, der zweiten entsprechen Crus anthelicis inferius, Anthelix, Cauda helicis und endlich das Centrum, um welches die Windungen herumlaufen, nehmen Concha, Antitragus, Tragus ein. Einer solchen Anordnung entsprechend, müssen auch die Muskeln am zweckmässigsten so angelegt sein, dass sie die einzelnen Windungen untereinander verbinden. Durch die Falten und Rinnen der Ohrmuschel ist nun für ihre kleinen Muskeln eine günstigere Angriffsrichtung geschaffen. Von diesem Gesichtspunkte aus scheint uns die Linie, um welche sich die Muskeln gruppiren, Helix — Sulcus anthelicis transversus — Fossa anthelicis — Cauda helicis — Antitragus — Tragus ein von vornherein vorgeschriebener Weg zu sein.

Digitized by Google

Der Betrachtung der eigentlichen Ohrmuscheln mögen einige Bemerkungen über die äusseren Ohrmuskeln vorausgehen.

A. Von aussen zur Ohrmuschel tretende Muskeln.

Meine Bemerkungen beziehen sich nur auf den M. auricularis superior und anterior, da ich zur Anatomie des M. auricularis posterior keinen neuen Beitrag liefern kann.

M. auricularis anterior (Figg. 2 und 3, *a. a.*). Der M. auricularis anterior beansprucht durch die Art seiner Insertion ein grosses Interesse. Der Muskel inserirt nämlich nicht nur an der Spina helicis, sondern ein grosser Theil seiner Fasern setzt sich von der Spina auf der medialen (Kopf-) Seite des Crus helicis fort, wo er mit einer Sehne auf der medialen Fläche der Cymba etwas über dem Sulcus cruris helicis und in der Nähe des Winkels zwischen dem Anfang des aufsteigenden Theiles der Helix und dem oberen Ende des vorderen Randes der Cavitas conchae inserirt. Die Musculi auriculares anterior und posterior finden in Folge dessen ihre Insertion nahe bei einander, nur durch eine 15 mm breite Strecke von einander getrennt. In Folge einer solchen Lage scheinen beide Muskeln, obwohl sie Antagonisten sind, bei gemeinschaftlicher Wirkung auch dazu beizutragen, die Ohrmuschel zu fixiren und den Eingang zum äusseren Gehörgang offen zu erhalten, besonders wenn sich dazu die Wirkung des M. auricularis superior hinzugesellt.

M. auricularis superior (Figg. 2 und 3, *a. s.*). Dem M. auricularis anterior schliesst sich unmittelbar der M. auricularis superior an, der mit den meisten Fasern an der Eminentia fossae triangularis seine Insertion findet. Ein Theil der Fasern zieht jedoch zwischen den Fasern des M. obliquus auriculae in den Sulcus transversus, um da zu inseriren.

Ausserdem gelangen vereinzelte Fasern des M. auricularis superior unter dem M. helicis major über die laterale Fläche des aufsteigenden Theiles der Helix zum nach hinten gerichteten scharfen Rande desselben und inseriren da im Perichondrium. Dieser letzere Zustand ist wahrscheinlich als Rest der früheren Insertion des M. orbito-auricularis am vorderen Rande der Helix, von dem der M. auricularis superior aberrirte, zu betrachten.

B. Die auf die Ohrmuschel selbst beschränkten Ohrmuskeln.

Zu diesen Ohrmuskeln gehören die folgenden: M. helicis maior und

Digitized by Google

Deshalb giebt auch der eine Autor als Ansatz an, was der andere als Ursprung bezeichnet. Was mich betrifft, so habe ich auf diese Ausdrücke bei meiner Beschreibung keinen Werth gelegt.

M. helicis major (Figg. 2 und 3, *h. ma.*). Der M. helicis major ist der grösste, aber inconstanteste Muskel der Ohrmuschel. Sappey, Theile, Arnold und David nehmen die Spina helicis als Ursprungsstelle des Muskels an, während Gegenbaur, von der Vermuthung ausgehend, der Muskel hinge an seinem Ursprung mit dem M. auricularis superior zusammen, die Spina helicis als Insertion angiebt. Ich gebe in Uebereinstimmung mit Theile folgende Daten: Der M. helicis major entspringt von der Spina helicis und steigt an dem vorderen Rande der Helix empor, ohne jedoch dem Knorpel anzuliegen, von dem er unten durch Fett und die aufsteigenden Rami auriculares anteriores der Arteria temporalis, höher hinauf durch die auf die laterale Fläche der Helix übertretenden Fasern des M. auricularis superior getrennt ist.

In der Mitte der Höhe der Helix biegt sich der Muskel etwas bogenförmig nach hinten und zieht zu der auf der medialen Fläche der Ohrmuschel befindlichen Eminentia fossae triangularis, wo er gemeinsam mit dem M. auricularis superior inserirt.

Beim Embryo habe ich den Muskel öfter, auch an Schnitten, nicht unterscheiden können; ist er deutlich erkennbar, so zeigt er die gleichen Verhältnisse.

M. helicis minor (Figg. 2 und 5, *h. mi.*). Der M. helicis minor steht zur Helix in einem engeren Verhältniss, als man bis jetzt annahm. Nach Henle, Gegenbaur, Theile und zum Theil auch David soll der Muskel rückwärts von der Spina helicis entspringen, sich auf die äussere Fläche der aus der Concha hervortretenden Helix fortsetzen und sehnig in der Haut endigen. Sappey hingegen behauptet, dass beide Enden des Muskels in der Haut zu finden seien. Eine genauere mikroskopische Untersuchung giebt folgende Resultate. Der kleine Muskel verläuft, auf der lateralen Fläche der aus der Concha hervortretenden Helix gelegen, nicht von vorne nach hinten, sondern etwas schräg von hinten unten nach vorne oben, dabei etwas mit seinen Fasern divergirend, aber im Allgemeinen so, dass der Verlauf seiner Fasern parallel dem M. helicis major bleibt. Der Muskel beginnt am unteren Rande des aus der Concha hervortretenden aufsteigenden Theiles der Helix und endigt in der Höhe des Ursprungs des M. helicis major theils in der Haut, theils am freien Knorpelrande inserirend. Dabei liegt der Muskel mit seinem Ursprunge in der Fissura helicis wie in einer Nische. Seine Fasern entspringen an dem unteren Knorpelrande der Fissur und an dem Perichondrium, das die Fissur überbrückt.

Digitized by Google

Ebenso verhält sich der Muskel beim Embryo.

Nicht nur der parallele Faserverlauf der Mm. helicis major und minor lässt beide Muskeln als zusammengehörig erscheinen, auch genetisch gehören beide zusammen. Das Erscheinen der Spina helicis trennt beide Muskeln, ebenso wie die Gefässe die Abtrennung des M. helicis major vom M. auricularis anterior und posterior und die Hervorwölbung der aus der Concha hervortretenden Helix die Abtrennung des M. helicis minor vom M. auricularis anterior hervorgerufen haben. Für die Zusammengehörigkeit der Mm. helicis major und minor spricht auch der von Ruge angeführte Zustand desselben bei Avahis, wo der M. helicis major sich weit auf dem in die Concha herabsteigenden Crus helicis fortsetzt.

M. obliquus auriculae (Fig. 3, o.). Der M. obliquus auriculae, der von der Eminentia fossae triangularis zur Eminentia conchae zieht, indem er die dem Crus anthelicis inferius entsprechende Vertiefung überbrückt, wurde zuerst von Arnold gesehen. Arnold bestimmte den Verlauf als etwas schräg auf- und rückwärts. Sappey hingegen erwähnt den inconstanten Muskel gar nicht. Gegenbaur sieht in demselben einen abgesonderten Teil des M. transversus auriculae. Ich fand den Muskel an Ohren mit stark entwickelter Muskulatur; bei den untersuchten Embryonen gelangte er gesondert nicht zur Beobachtung.

In den Fällen deutlicher Ausbildung begann der Muskel gleich hinter und unter der Insertion des M. auricularis superior kurzsehnig von der Eminentia fossae triangularis, um sich mit einer längeren Sehne nach der Eminentia conchae zu begeben, dabei mit der Endsehne des M. transversus auriculae gegen den Agger hin convergirend. Seine Endsehne erreicht aber den Agger nicht, sondern verliert sich im fibrösen Gewebe der medialen Fläche der Ohrmuschel. Der Verlauf des Muskels ist, wie Arnold angegeben hat.

Die Convergenz der Endsehnen der M. obliquus und transversus auriculae spricht sehr für die Auffassung von Gegenbaur, dass der M. obliquus auriculae einen abgesonderten Theil des M. transversus auriculae vorstellt. In einem Falle von stark entwickelten Ohrmuskeln sah ich den Muskel fast unmittelbar mit dem M. transversus auriculae zusammenhängen. Gewöhnlich aber liegt der Muskel getrennt vom M. transversus auriculae und besteht nur aus einigen Bündeln, die sich mit den Fasern des M. auricularis superior mischen.

M. transversus auriculae (Fig. 3, tra.; Fig. 6, tra.). Der M. transversus auriculae reicht gewöhnlich nach oben bis zur Höhe des oberen

Digitized by Google

Er entspringt am Helix an der hinteren Wand der Fossa anthelicis und begiebt sich nach der Eminentia conchae. In den oberen Partien dehnt sich der Muskel mit einzelnen Fasern bis zur Eminentia scaphae aus. Er überbrückt die dem Anthelix entsprechende Fossa anthelicis und deckt die in der Fossa verlaufenden Gefässe, die vom Fett umgeben sind. Die Ausbildung des Muskels ist eine sehr wechselnde: bald ist derselbe deutlich entwickelt, bald ist er von Bindegewebszügen durchsetzt (Sappey) die es schwierig machen, seinen Verlauf zu verfolgen. Auch reicht der Muskel verschieden weit hinab; — zuweilen endigt er schon mit dem höchsten Punkte des Sulcus auris posterior, zuweilen setzt er sich mit seinen Fasern zwischen Antitragus und Crista medialis der Cauda helicis fort. Im ersten Falle wird der M. transversus vom M. antitragicus verdrängt, im zweiten Falle findet das Umgekehrte statt. Mit einem Wort, die Mm. transversus auriculae und antitragicus stehen in einem compensatorischen Verhältniss.

Die Wirkung besteht in der Annäherung der Helix an die Concha.

M. antitragicus (Fig. 2, *atr.*; Fig. 6, *atr.*). Nach Theile liegt der M. antitragicus zwischen der Basis der Cauda helicis und der hinteren lateralen Fläche des Antitragus.

In Bezug auf die Art seines Ursprunges und seiner Insertion zeigt der Muskel einige Varietäten. In ziemlich häufigen Fällen beginnt er an der Basis der Cauda helicis von der von Crista lateralis und medialis begrenzten Fläche derselben und begiebt sich divergirend zum Antitragus, wo er sowohl auf der lateralen (hinteren) Fläche als auf dem vorderen Rande inserirt. Die Fasern des Muskels reichen dabei fast bis zur Incisura intertragica.

In anderen, ebenso häufigen Fällen hat der Muskel eine mehr viereckige Gestalt, indem er mit seinen oberen Fasern an der oben erwähnten Stelle, mit den unteren Fasern dagegen vom Antitragus selbst entspringt, so dass man auf der lateralen Fläche des Antitragus seine in der Richtung von oben nach unten schräge Ursprungslinie unterscheiden kann. In solchen Fällen scheint der Muskel im Vergleich mit seiner ersten Lagerung wie um einige Grade gedreht zu sein. Der Verlauf der Muskelfasern liegt in beiden Fällen nicht genau in der Sagittalebene, sondern etwas schräg von innen oben nach aussen unten, im ersten Falle mehr schräg, im zweiten mehr sagittal werdend. Darum zeigt sich der Verlauf seiner Fasern auf den Querschnitten des Ohres sehr verschieden: hinten zeigen sich mehr quer-, vorne mehr schräg- und längsgetroffene Fasern.

Digitized by Google

Hautmuskelgebieten lehrten, des ersteren aus dem M. auriculo-occipitalis, bez. auricularis posterior, des letzteren mit dem M. tragicus zusammen aus dem M. auriculo-labialis inferior. Bei menschlichen Embryonen ist, wie ich gefunden habe, diese ursprüngliche Trennung noch dadurch angedeutet, dass die Faserrichtung der M. antitragicus fast senkrecht zu der des M. transversus auriculae steht. Bei Erwachsenen aber (Fig. 6) grenzen die Fasern des einen an die des anderen, beide Muskeln scheinen in einander überzugehen und Theile desselben Muskelstratums zu sein, aus welchem der M. antitragicus durch Umbiegen des Antitragus auf die laterale Fläche der Ohrmuschel gelangt sei. Meine Befunde an Embryonen sprechen aber für die Ruge'sche Auffassung.

Zweiter M. antitragicus (Fig. 2, *atr.''*). In der Nähe des M. antitragicus finden sich noch einige Muskelbündel, die man vom M. antitragicus im engeren Sinne unterscheiden muss. Diese Fasern sind von Theile als zweiter Antitragicus beschrieben. Sie bestehen aus einigen Muskelbündeln, die zwischen dem Antitragus und der Cauda helicis liegen. Sie sind leicht zu übersehen, da sie für einen Theil der M. antitragicus gehalten werden können. Bei genauerer Untersuchung aber sieht man gleich hinter der Ursprungslinie des M. antitragicus ein paar oberflächliche Muskelbündel, die einen mit dem M. antitragicus gemeinsamen Ursprung haben, aber sofort steil nach abwärts ziehen, um auf der hinteren (lateralen) Fläche des Antitragus in gleicher Höhe mit den untersten Antitragusfasern zu endigen. Sie verhalten sich zum M. antitragicus so, dass sie am unteren Ende fast rechtwinkelig, am oberen Ende mehr spitzwinkelig zu seinen Fasern liegen. Ihr Vorhandensein kann man bei der zweiten Art des Ursprungs des M. antitragicus constatiren. Zuweilen divergirt der Muskel vom M. antitragicus so weit, dass er seine Insertion an der Spitze der Cauda helicis findet, einen besonderen M. caudae helicis bildend. Jedenfalls ist dieser Muskel als abgesonderter aberrirender Teil des M. antitragicus zu betrachten.

M. tragicus (Figg. 2, 2a und 7, *tr'*, *tr''*). Der auf der lateralen Fläche des Tragus gelegene M. tragicus bietet Eigenthümlichkeiten dar, wie sie kein anderer Ohrmuskel zeigt.

Drei Faserarten setzen den Muskel zusammen.

A) Die aufsteigenden Fasern (*tr'*) bilden die Hauptfasern des Muskels. Dieselben entspringen theils vom Perichondrium, theils von der Haut und begeben sich von vorn unten nach hinten oben, so dass ihr Verlauf kein direct vertikaler ist, wie Arnold angiebt, sondern ein etwas schräger,

Digitized by Google

rini hinab. Sie inseriren am oberen Rande des Tragus, aber so, dass das Tuberculum supratragicum (His) meistens frei bleibt. Ist der M. tragohelicinus vorhanden, so nimmt dieser mehr den vorderen und lateralen Theil ein, während die Tragicusfasern medial und hinten von M. tragohelicinus liegen. Unten in der Nähe der Incisura Santorini bis ungefähr zur Mitte der Höhe der lateralen Tragusplatte sind diese verticalen die einzigen Muskelfasern, die den M. tragicus vorstellen. Weiter hinauf mischen sich ihnen noch die frontalen und sagittalen Fasern bei. In ihrem ganzen Verlaufe bleiben die aufsteigenden Fasern oberflächlich gelegen, bloss an ihrer Insertionsstelle kreuzen sie sich vielfach mit den sich unter sie hinschiebenden sagittalen Fasern.

B. Die sagittalen Tragicusfasern (*tr''*) liegen am oberen Drittel des Tragus. Sie entspringen alle vom Perichondrium des Tragusknorpels und liegen mit ihrem Ursprung nach vorne von den aufsteigenden Fasern. Mit der Insertion gelangen sie, unter den aufsteigenden Fasern gelegen, gleichfalls zum oberen Rande des Tragus. An der Insertion jedoch durchkreuzen sich die sagittalen Fasern mit den aufsteigenden, während der Ursprung auf eine kurze Strecke weit unbedeckt bleibt.

C. Die dritte Faserart ist endlich die frontale. Vereinzelte Fasern ziehen von der Haut convergirend in der Richtung zum Knorpel des Tragus. Doch gelangen dieselben nicht zum Knorpel selbst, sondern verlieren sich in dem interstitiellen Gewebe zwischen den Bündeln der aufsteigenden Fasern. Sie finden sich in der Mitte der Höhe des Tragus und etwas darüber.

Von allen diesen drei Faserarten ist der aufsteigende Theil der eigentliche M. tragicus, der im genetischen Zusammenhange mit dem M. antitragus steht. Das Vorhandensein des von Ruge bei Halbaffen beschriebenen M. trago-antitragicus erklärt diesen Zusammenhang.

M. trago-helicinus [M. pyramidalis von Jung, accessorische Bündel nach Sappey] (Fig. 2, *tr. h.*). Es wird noch endlich einiger Muskelbündel gedacht, die sich vom M. tragicus ablösen und zur Spina helicis ziehen sollen. Diese Fasern sind sehr inconstant; doch erwähnt schon D. Tod dieselben, der merkwürdigerweise angiebt, die Fasern des Muskels zögen nach hinten und innen zur inneren Fläche des Crus helicis. Mir ist es bloss zweimal gelungen, diesen Muskel zu treffen. In allen übrigen Fällen vermochte ich den Muskel nicht aufzufinden. — Es waren in beiden Fällen

Digitized by Google

von der Richtung des M. tragicus um einen kleinen Winkel abzuweichen schien. Dieser zuletzt angeführte Zustand erinnert uns ganz an denjenigen, wie er sich bei den Halbaffen findet, bei welchen ein besonderer Depressor helicis von Ruge beschrieben worden ist. Beachtenswerth ist, dass in beiden von mir gesehenen Fällen des M. trago-helicinus der M. helicis major ganz kümmerlich entwickelt war. — Was endlich die Angabe von D. Tod betrifft, so scheint mir, dass er mit den stark entwickelten sagittalen Tragicusfasern zu thun gehabt hat.

M. incisurae Santorini [Dilatator conchae, M. incisurae majoris auriculae; — M. santorinianus; Theile] (Fig. 8). Der M. incisurae Santorini gehört zu dem System des M. tragicus. Er ist immer vorhanden, obgleich ihn nicht alle Autoren erwähnen. Er liegt in den meisten Fällen vom M. tragicus getrennt, doch mitunter ist auch bei Erwachsenen ein Zusammenhang zwischen beiden Muskeln zu finden. Ich sah einige Male an den Ohren von jugendlichen Personen, besonders bei mangelhafter Entwickelung des M. tragicus, den Muskel mit dem M. tragicus zusammenhängen. Aehnliches giebt auch Theile an. Der Muskel ist beim Embryo auch zu constatiren. Ich fand ihn bei beiden Embryonen, die ich untersucht habe, und zwar im Zusammenhang mit dem M. tragicus.

Der Muskel besteht aus zwei Arten von Fasern: sagittalen und verticalen:

A. Die sagittalen oder horizontalen Fasern entspringen nicht, wie Arnold und Theile angeben, auf der vorderen lateralen Fläche des knorpeligen Gehörgangs, sondern auf der inneren Fläche des Knorpels, gehen dann quer durch die Incisura Santorini hindurch auf die laterale Fläche des Tragus, um hier, eine kurze Strecke lang horizontal verlaufend, bald in der Haut zu enden. Diese Hauptfasern, die ihrer Lage nach ganz genau den sagittalen Fasern des M. tragicus entsprechen, werden wieder durch

B. die aufsteigenden Fasern in der Incisur selbst gekreuzt, so dass die aufsteigenden mit ihrem Ursprunge die ersteren umfassen. Die aufsteigenden Fasern entspringen vom Rande des die Incisur begrenzenden Knorpels und steigen aufwärts in derselben Richtung, wie die aufsteigenden Fasern des M. tragicus, ihnen entgegen; doch reichen sie, wie erwähnt, nur in einigen Fällen bis zu den letzteren; — gewöhnlich enden sie bald im Perichondrium des an die Incisur angrenzenden Randes des Tragus. Wenn sie mit den Fasern des M. tragicus zusammentreffen, scheinen sie dann mit ihnen einen einheitlichen Muskel zu bilden.

M. stylo-auricularis. Zum Schlusse möge noch des M. stylo-auricularis gedacht werden. Dieser Muskel wurde von Hyrtl entdeckt und

Digitized by Google

auditorius cartilagineus mit einer strahlenförmig auseinanderfahrenden Sehne." Hyrtl glaubt, dass dieser Muskel zu den regelmässigen Vorkommnissen gehöre.

Ich fand den Muskel an beiden von mir untersuchten embryonalen Ohren. Er stellt ein schmales Muskelbündel dar, welches mit einer, nach vorne und median von den untersten Fasern des M. antitragicus gelegenen, etwas austrahlenden Sehne sich unterhalb des Ponticulus entsprechend dem hinteren Rande der von Schwalbe so genannten Incisura terminalis befestigt.

Bei der Beurtheilung der Function der auf die Ohrmuschel beschränkten Muskeln ist die Thatsache wichtig für uns, dass die Muskeln so verlaufen, dass sie die einzelnen Windungen der Ohrmuschel verbinden. Es genügt aber ferner, einen Blick auf die Anordnung der Ohrmuskeln zu werfen, um sich zu überzeugen, dass sie die Ohrmuschel ausserdem wie mit einem Gürtel umgreifen. Dieses Umgreifen findet auf dem von vornherein vorgeschriebenen Wege statt, der bereits erwähnt wurde. Obgleich der Verlauf der auf diesem Wege verlaufenden Muskeln verschieden erscheint, hat doch der Zug ihrer Kräfte die Richtung nach dem äusseren Gehörgange hin. Man kann also erwarten, dass jeder Muskel durch seine Contractionen die Ohrmuschel in die günstigere Stellung bringt, in welcher sie durch ihre etwas veränderte Form die verschiedenartigsten Differenzen in der Schallrichtung wahrzunehmen im Stande sei.

Es entsteht aber auch die Frage, wirkt jeder von diesen Muskeln unabhängig von den anderen, oder können die Muskeln auch gemeinschaftlich und gleichzeitig wirken? Es ist nicht zu bezweifeln, dass jeder Muskel unabhängig von den anderen wirken kann, aber schon Jung hat klargelegt, dass diese Muskeln auch gemeinschaftlich und gleichzeitig wirken können. Mir scheint, dass die Annahme von Jung viel für sich hat. Die ebenerwähnte gleichwerthige Richtung der Züge dieser Muskeln in Verbindung mit ihrer gürtelförmigen Anordnung auf der Ohrmuschel machen wenigstens die Vermuthung solcher Wirkung mehr oder weniger wahrscheinlich.

Ausserdem fällt uns noch auf, dass die Muskeln sich fast alle unmittelbar an einander reihen und zwar schliesst sich der M. helicis minor an den M. helicis major, dieser mit seiner Endsehne an den M. obliquus auriculae, der bloss einen abgesonderten Theil vom M. transversus auriculae vorstellt. Der M. transversus auriculae hängt wiederum mit dem M. antitragicus zusammen. Den Zusammenhang aber zwischen dem M. antitragicus und M. tragicus stellt der von Ruge bei den Halbaffen beschriebene M. tragoantitragicus her. Endlich verbindet sich der M. tragicus selbst durch den M. tragohelicinus mit dem M. helicis major. Das muss uns unwillkürlich

Digitized by Google

auf den Gedanken bringen, dass wir es hier mit mehr, als mit einer gemeinschaftlichen Function zu thun haben.

Vielleicht haben wir in den Ohrmuskeln einen einheitlichen Muskelcomplex vor uns. Diese Vermuthung gewinnt um so mehr an Wahrscheinlichkeit, als alle diese Muskeln sich von oberflächlichen Schichten des Platysma, oder von den von ihm abgesonderten Gesichtsmuskeln ableiten lassen, wie das neuerdings von Ruge gethan ist.

Für einen Theil unserer Muskeln ist es unzweifelhaft, welchen Charakter sie tragen. Ruge giebt über den M. trago-antitragicus an, dass „er in einem wohl entwickelten Zustande eine Art von Orbicularis auriculae darstellt" (N. 19, S. 273), ja selbst, dass „der M. trago-antitragicus in hohem Grade ein Orbicularis auriculae zu nennen sei" (N. 19, S. 275). Entsprechend einer solchen Anschauung müssen wir auch beim Menschen die Mm. tragicus und antitragicus als stehen gebliebene Theile des M. trago-antitragicus betrachten und dementsprechend auch ihre gemeinschaftliche Wirkung als Wirkung eines Orbicularis auriculae annehmen. An diese Muskeln schliesst sich auch der M. trago-helicinus an, obgleich er genetisch dem M. auriculo-labialis superior entstammt, indem er sich von ihm senkrecht wendete und auf dem M. auriculo-labialis inferior und theils dem Tragus inserirte. (Pars helico-tragica nach Ruge.) In anderen Fällen, wie bei Lepilemur, zeigte sich der Muskel als directe Fortsetzung des M. trago-antitragicus zur Spina helicis. Der Muskel vervollständigt jedenfalls die Wirkung des M. trago-antitragicus und Ruge bezeichnet mit Recht diese Muskeln in ihrem Zusammenhang als einen Orbicularis auriculae.

Bei der Beurtheilung der gemeinschaftlichen Wirkung der übrigen Muskeln der Ohrmuschel muss berücksichtigt werden, dass sie aus zwei in ihrer Wirkung ungleichwerthigen Muskeln entstanden sind. Wir müssen darum auch diese Muskeln in zwei Gruppen zerlegen, in eine Gruppe, die unzweifelhaft vom M. auricularis posterior entstammt, — wohin Mm. transversus und obliquus auriculae gehören, — und in eine zweite Gruppe, deren Entstehung sich nicht direct von den vorderen äusseren Ohrmuskeln herleiten lässt. Dies sind die beiden Helixmuskeln.

Hinsichtlich der Wirkung dieser beiden Gruppen ist es annehmbar, dass jede Gruppe für sich ganz und gar dieselbe Wirkung ausübt. So

Digitized by Google

Verlauf der Muskeln schliessen kann. Die Muskeln wirken also beide in demselben Sinne. Nach Ruge sind nun die Helixmuskeln vielmehr von den oberflächlichen Schichten des M. auriculo-labialis superior herzuleiten, während der M. auricularis superior durch die Aufwärtsbiegung der tiefer gelegenen Fasern des M. orbito-auricularis entstanden ist. Sind die Helixmuskeln direct vom M. auricularis superior, der früher einen Attrahens auriculae bildete (Ruge), entstanden, so müsste ihre Wirkung derjenigen der Mm. transversus und obliquus auriculae entgegengesetzt sein. Da aber die Helixmuskeln nicht direct vom M. auricularis superior entstammen und da sie ferner eine nicht unbedeutende Verschiebung erfahren haben, so entgeht uns in Wirklichkeit ein solcher Antagonismus zwischen den Helixmuskeln und den Mm. transversus und obliquus auriculae. Man muss also annehmen, dass diese zwei Gruppen von Muskeln in ihrer Wirkung sich einander nicht wesentlich beeinträchtigen, indem jede Gruppe eine bestimmte Wirkung für sich allein ausübt, worin diese Wirkung auch bestehen mag. So verhält sich die Sache in Hinsicht der eigentlichen Ohrmuskeln. Aber ziehen wir auch die äusseren Ohrmuskeln in unsere Betrachtung hinein, so verändert sich die Sachlage etwas. Und zwar fällt uns zunächst die Analogie in der Anordnung sämmtlicher Ohrmuskeln mit der der Muskeln des Mundes auf. Auch beim Ohre stehen sämmtliche Muskeln in solchem physiologischen Verhältniss zu einander, in welchem z. B. Mm. buccinator, caninus u. s. w. zum M. orbicularis oris stehen. Eine Function der äusseren Ohrmuskeln wird darin bestehen, den Eingang zum Gehörgang zu erweitern.

Es liegt nun die Annahme nahe, dass die kleinen an der Ohrmuschel selbst angebrachten Muskeln antagonistisch wirken, dass sich also wahrscheinlich ihre gemeinschaftliche Function, wenn sie besteht, in einer Verengerung des äusseren Gehörgangs kundgeben wird. Selbstverständlich bedarf das noch weiterer Untersuchungen. Aber jedenfalls berechtigen alle diese Gedanken uns, wie mir scheint, in sämmtlichen Ohrmuskeln einen einzigen Complex annehmen zu können. Und obwohl jeder Muskel auch eine ihm zukommende Wirkung ausüben kann, müssen doch alle auch eine gemeinschaftliche Function haben, worin sie auch bestehen mag. Dass die Ohrmuskeln so zergliedert erscheinen, deutet noch nicht auf ihre functionelle Unabhängigkeit hin. Die Zergliederung selbst, die die Muskeln eingegangen sind, bleibt doch im engsten Connexe zu ihrer gemeinschaftlichen Function stehen, so dass die Muskeln der Ohrmuschel in ihrer Anordnung wie Einrichtung sich als ein in hohem Grade zweckmässig angeordneter Apparat zu erkennen geben.

Digitized by Google

Nachschrift.

Erst nach Vollendung dieser Arbeit erhielt ich Kenntniss von dem ausgezeichneten Werke Ruge's: *Untersuchungen über die Gesichtsmusculatur der Primaten.* Ich konnte deshalb im Obigen auf die Resultate dieser Arbeit noch nicht Rücksicht nehmen. Auch für die Primaten, wie früher für die Halbaffen, gelang es Ruge den Nachweis zu liefern, dass die auf der hinteren (medialen) Fläche der Ohrmuschel gelegenen Mm. transversus und obliquus auriculae dem System des M. auriculo-occipitalis bez. M. auricularis posterior angehören, während der M. tragicus und antitragicus auch hier als Abkömmlinge eines M. auriculo-labialis inferior, die Helixmuskeln incl. M. pyramidalis (trago-helicinus) als zugehörig dem System des M. auriculo-labialis superior betrachtet werden müssen. Mit dem M. auricularis superior und anterior hat die letzte Muskelgruppe nichts direct zu thun. Die von mir oben gegebene Beschreibung des M. helicis major des Menschen spricht in demselben Sinne für eine Selbsständigkeit desselben gegenüber dem M. auricularis superior. Die von mir beschriebene und in Fig. 2 abgebildete Insertion eines Theiles dieses letzteren Muskels auf der lateralen (vorderen) Fläche der Helix beschreibt auch Ruge vom Chimpanse und Menschen und bildet sie von letzterem (Taf. VII Fig. 47) ab. Ueber die Bedeutung der von mir gefundenen tiefen sagittalen Fasern des M. tragicus ergeben Ruge's Mittheilungen keinen Aufschluss, wenn man sie nicht etwa als Reste eines M. orbito-auricularis betrachten will.

Digitized by Google

Literatur.

1. Albinus, *De aure humana interiore.* Annotat. acad. Lib. IV.
2. Derselbe, *De cartilagine auriculae.* Annotat. acad. Lib. VI.
3. F. Arnold, *Icones organorum sensuum.* Turici 1839.
4. Derselbe, *Handbuch der Anatomie des Menschen.* 1851. Bd. II.
5. Cassebohm, *Tractatus quatuor anat. de aure humana.* Halae 1734.
6. Duverney, *Traité de l'organe de l'ouie.* Paris 1683.
7. J. Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie.* 1873. Bd. II. 2. Aufl.
8. Hannover, *De cartilaginibus, musculis, nervis auris externae.* 1839.
9. W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* III. 1885.
10. I. v. der Hoeven, *De organo auditus in homine.* Traj. ad Rhen. 1822.
11. E. Huschke, *Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen.* Leipzig 1844.
12. Hyrtl, Bemerkungen über einige Gesichtsmuskeln und einen neuen Muskel des Ohres. *Oesterreichische Jahrbücher.* 1840. Bd. XXI.
13. Jung, Von dem äusseren Ohr und seinen Muskeln beim Menschen. *Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel.* 1849. VIII.
14. C. G. Linke. *Handbuch der theoretischen und praktischen Ohrenheilkunde.* Leipzig 1837. Bd. I.
15. Meyer, Die pathologischen Gewebsveränderungen des Ohrknorpels und deren Beziehungen zur Ohrblutgeschwulst. Virchow's *Archiv* u. s. w. 1865. Bd. XXXIII.
16. S. Pappenheim, *Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes.* Breslau 1840.
17. Derselbe, Beiträge zur Structur des gesunden Ohres. Frorieps *Notizen.* 1838. Nr. 141.
18. Pareidt, *De chondromalacia.* Diss. Hall. 1864.
19. G. Ruge, Ueber die Gesichtsmusculatur der Halbaffen. Gegenbaur's *Morphologische Jahrbücher.* 1886. Bd. I.
20. Rüdinger, *Atlas des menschlichen Gehörorgans.* München 1867.
21. J. S. Santorini, *De aure exteriore Obs. anat.* Venet. 1724.
22. S. Th. Sömmering, *Abbildungen des menschlichen Gehörorganes.* Frankfurt 1806.
23. Sappey, *Traité d'Anatomie descriptive.* 1872.
24. Schwalbe, *Handbuch der Anatomie der Sinnesorgane.* Erlangen 1886.
25. Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* 2. Aufl. 1885.
26. F. W. Theile, *Lehre von den Muskeln und Gefässen des menschlichen Körpers.* Leipzig 1841.
27. David Tod, *Anatomy and physiology of the Organ of hearing.* London 1832. (Ist auf S. 47 versehentlich nur mit David citirt.)
28. Valsalva, *De aure humana.* 1707.
29. C. F. L. Wildberg, *Versuch einer anatomisch-physiologisch-pathologischen*

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IV.)

Fig. 1. Knorpel der rechten Ohrmuschel zur Demonstration der vollständig abgetrennten Knorpelinseln am Helixrande, der Perforationen und der Fissura helicis. *a, a'*, drei vollständig abgetrennte Knorpelinseln am vorderen freien Rande des absteigenden Helixtheiles, die beiden oberen an der Stelle des Tuberculum Darwinii. *b* Fissura helicis. Die kleinen schraffirten Kreise am Helixrande, unter dem Crus anthelicis inferius und auf der Tragusplatte bezeichnen die im Text beschriebenen Durchbohrungen des Knorpels durch Gefässe. *c*, hintere, *d*, laterale, *e*, mediale Kante der Cauda helicis.

Fig. 2. Ohrknorpel mit Ohrmuskeln, von der lateralen (vorderen) Seite gesehen. Die Zeichnung des Knorpels wie in Fig. 1; Knorpelinseln und Cauda helicis wie dort. *as.* M. auricularis superior, mit seinen unteren Fasern auf der lateralen Helixfläche inserirend; *a. a.*, M. auricularis anterior; *h. ma.*, M. helicis major; *h. mi.*, M. helicis minor; *atr'*, M. antitragicus; *atr''*, sogenannter zweiter M. antitragicus; *tr'*, verticale, *tr''* sagittale Fasern des M. tragicus; *tr. h.*, M. trago-helicinus.

Fig. 2 a. Die Tragusplatte der vorigen Zeichnung etwas vergrössert dargestellt. Die verticalen Fasern *tr'* des M. tragicus sind durchschnitten, um die sagittale Faserung *tr''* deutlich zu zeigen.

Fig. 3. Muskeln der medialen Fläche der Ohrmuschel. Die Zeichnung des Ohrknorpels ist nach der Fig. 154 auf S. 414 von Schwalbes *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane* ausgeführt. *a. s.*, M. auricularis superior; *a. a.*, M. auricularis anterior; *a. p.*, Bündel des M. auricularis posterior; *h. ma.*, M. helicis major, *o.*, M. obliquus auriculae; *tra*, M. transversus auriculae.

Fig. 4. Horizontalschnitt durch den hinteren Helixrand in der Höhe der Knorpelinseln *a* in Fig. 1. Laterale Fläche oben, mediale unten, rechts vorn, links hinten. Der Knorpel ist punktirt dargestellt. *f. a.* Fossa anthelicis; *e. s.*, Eminentia scaphae. Am freien Rande der Helix liegt ein vollständig freies Knorpelinselchen *a*; die beiden grösseren Knorpelstückchen *m* und *n* hängen in anderen Schnittebenen mit dem Hauptknorpel zusammen, sie sind am vorliegenden Schnitt nur durch Gefäss-Perforationen (*p. p.*) untereinander und vom Hauptknorpel getrennt; *v*, ein Gefäss. Vergrösserung 4 Mal.

Fig. 5. Horizontalschnitt durch den M. helicis minor und die Fissura helicis (vergl. Figg. 1 und 2). Laterale Fläche oben, mediale unten, rechts vorn, links hinten. Knorpel punktirt. *p*, Perichondrium, den Grund der Fissura helicis erfüllend; *h. mi.*, M. helicis minor; *v*, Querschnitt eines Gefässes. Vergrösserung 4 Mal.

Fig. 6. Querschnitt durch das obere Ende der Cauda helicis und des Antitragus. Laterale Fläche oben, mediale unten, vorn ist rechts, hinten links. Knorpel punktirt. *A.*, Antitragus; *C.*, Cauda helicis; *c.*, deren hintere, *d.*, deren laterale, *e.* deren mediale Kante; *atr.*, M. antitragicus; *tra*, M. transversus auriculae. Vergrösserung 4 Mal.

Fig. 7. Horizontalschnitt durch die Tragusplatte. Die äussere mit Musculatur bedeckte und rechts bereits tiefer unter der Haut liegende Fläche des Tragus sieht nach oben, die innere dem Gehörgang zugekehrte nach unten; der freie hintere laterale Rand der Tragusplatte befindet sich links. Knorpel punktirt. Bei *i.* der obere Ausläufer der Incisura Santorini major. *tr'*, verticale Fasern des M. tragicus, quer durchschnitten; *tr''*, horizontale sagittale Fasern desselben (vergl. Fig. 2 u. Fig. 2a). Vergrösserung 8 Mal.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch den Bodentheil der Tragusplatte im Gebiet des M. incisurae Santorini. Innere dem Gehörgang zugekehrte Oberfläche unten; rechts vorn, links hinten. Knorpel punktirt. *T T'*, durchbrochene Tragusplatte; *v*, ein Gefäss; *s'*, vertikale Fasern des M. incisurae Santorini; *s''*, horizontale Fasern des M. incisurae Santorini. Vergrösserung 16 Mal.

Digitized by Google

Untersuchungen über die Entwickelung des Lymphsystems beim Hühnerembryo.

Von

Albrecht Budge.

(Aus des Verfassers hinterlassenen Papieren zusammengestellt von W. His.)

(Hierzu Taf. V u. VI.)

Der leider so früh verstorbene Prof. A. Budge hatte während der letzten Jahre seines Lebens die Entwickelungsgeschichte des Lymphsystems in ebenso ausdauernder als sorgfältiger Weise bearbeitet. Einzelne Ergebnisse seiner Untersuchungen sind in kleineren Aufsätzen summarisch mitgetheilt worden und zuletzt hat Budge in Copenhagen vor der anatomischen Section des internationalen medicinischen Congresses einen von mikroskopischen Demonstrationen begleiteten Gesammtbericht über seine Ergebnisse erstattet. Eine ausführlichere Publication hatte derselbe in Aussicht gestellt und vorbereitet, aber er ist durch den Tod in seinem Unternehmen unterbrochen worden. Der Vater des dahingeschiedenen Forschers hat mir die in dessen Hinterlassenschaft vorgefundenen Praeparate, Figuren und schriftlichen Aufzeichnungen übergeben und daraus ist der nachfolgende Aufsatz zusammengestellt worden.

Ich verhehle mir nicht die Schwierigkeit solcher Veröffentlichungen unabgeschlossener Manuscripte nach dem Tode. Undatirt hinterlassene Notizen können frühere Durchgangsstufen wiedergeben, die der Autor späterhin überholt oder berichtigt hat; von verschiedenen Aufzeichnungen über denselben Gegenstand mag es unter Umständen zweifelhaft sein, welche die zuletzt geschriebene ist. Auch beschränke ich die Publication auf den im Titel genannten Gegenstand. Mehrere andere in der Hinterlassenschaft vorgefundene Manuscripte (über die Saftbahnen im Knorpel, über die Lymph-

Digitized by Google

bahnen in den Sehnen, in den Nieren u. A. m.) wage ich nicht zum Abdruck zu bringen, da ihr unfertiger Charakter durch Randbemerkungen und durch sonstige Anzeichen deutlich zu Tage tritt. Manches von deren Inhalt ist übrigens durch die vom Autor herausgegebenen Notizen schon bekannt geworden.

Was nun die vorliegenden Untersuchungen betrifft, so waren dieselben beim Tode des Verfassers im Wesentlichen abgeschlossen. Von der Redaction des Textes gilt dies indessen nur theilweise. Ueber den ersten oder Haupttheil der Untersuchung liegen mehrere Manuscripte vor, die zwar sachlich dasselbe enthalten aber in verschiedenartiger Zusammenfassung; ich habe gesucht dieselben so zu combiniren, dass die Uebersichtlichkeit gewahrt blieb und doch die vollständige Darstellung der Beobachtungen zu ihrem Rechte kam. Den von Seiten des Autors unausgefüllt gebliebenen Lücken ist dieser Charakter gelassen worden. Für das fehlende, den Allantoiskreislauf behandelnde zweite Capitel musste ich mich auf Wiedergabe der paar Sätze des Copenhagener Berichtes beschränken. Noch mag an der Hand der früheren Publicationen kurz der Gang verfolgt werden, den A. Budge bei seinen Untersuchungen genommen hatte.

1880 berichtet derselbe,[1] dass es ihm gelungen sei, bei Hühnchen vom Schluss des dritten Tages vom Amnion aus ein dichtes Canalnetz zu füllen, welches das Gebiet der Area vasculosa einnimmt und an dessen Peripherie mit einem Ringsinus, ähnlich dem venösen abschliesst. Ueber die Zusammensetzung der Canalwandung, über deren frühere und spätere Entwickelungsstufen, sowie über die Beziehungen zum Lymphsystem behielt sich damals der Verfasser weitere Untersuchungen vor.

Ein Jahr später[2] hat Budge bei Hühnchen vom 16. bis 18. Bebrütungstage die Lymphgefässe der Allantois durch Einstich zu füllen vermocht. Dieselben begleiten und umspinnen die Arterienstämme, treten längs der Aa. umbilicales in den Körper ein und gehen in einen neben der Aorta paarig vorhandenen Ductus thoracicus über. Beide Ductus sind durch Queräste miteinander verbunden, im oberen Brusttheil ist eine Strecke weit nur ein Gang vorhanden, der sich vor der Einmündung in die Venen wieder theilt. Von den Umbilicallymphgefässen scheinen die rechtseitigen zu verkümmern.

In Verbindung mit den von der Allantois kommenden Lymphstämmen hat weiterhin A. Budge[3] bei Hühnerembryonen vom 10. bis 20. Tage zwei Lymphherzen entdeckt, die im Winkel zwischen Becken und Steissbein liegen.

---

[1] *Dies Archiv.* 1880. S. 320.
[2] *Medicinisches Centralblatt.* 1881. Nr. 34.
[3] *Dies Archiv.* 1882. S. 350.

Digitized by Google

Die späteren Fortschritte der Budge'schen Forschung beziehen sich auf die genaue Vorgeschichte des von ihm injicirten Canalsystems und auf dessen Beziehungen zu den im Körper selbst auftretenden Höhlen. Ganz unabhängig davon, ob man (wie ich dies ja selbst s. Z. gethan hatte) die über den Blutgefässen der Area vasculosa entstehenden Räume als Lymphgefässe ansehen will, oder nicht, ist der Nachweis von den Beziehungen dieser Räume zu der Höhlung des Amnion, zur Parietalhöhle und zur Bauchhöhle von grösstem Interesse, und die Geschichte der letztgenannten Höhlen gewinnt wesentlich an Klarheit durch die Ergebnisse der Budge'schen Injectionen.

Budge hat übrigens seinen Gesichtskreis mit fortschreitender Untersuchung immer mehr erweitert und die Geschichte des Lymphsystems nur als Abschnitt einer Geschichte des Gefässblattes aufgefasst. Ein in seinen Papieren vorgefundenes Blatt giebt folgende übersichtliche Gesichtspunkte:

I. Das Mesoderm besteht aus einem axialen und peripheren Theil.

II. Der periphere Theil ist das Gefässblatt. Dasselbe ist eine selbstständige Bildung und lässt sich bis zu einer bestimmten Zeit isoliren. Dies gelingt nicht mehr, wenn die Durcheinanderschiebung zwischen centralem und peripherem Mesoderm stattgefunden hat.

III. Das Gefässblatt besteht aus zwei Schichten gleichwerthiger Gefässe, von denen die untere Blutgefässe, die obere Lymphgefässe darstellt.

IV. Diese beiden Schichten liegen dicht aufeinander ausserhalb des Fruchthofes.

V. Im Fruchthofe werden beide von einander getrennt durch das Darmfaserblatt, so dass also Blutgefässe zwischen Entoderm und Darmfaserblatt, Lymphgefässe zwischen letzterem und dem Hautfaserblatt liegen.

VI. Die Reihenfolge des Auftretens der Lymphgefässe im Fruchthofe entspricht der Reihenfolge des Auftretens der bekannten Spalten zwischen den beiden Muskelplatten.

VIII. Die Lymphgefässe communiciren im Embryo mit dem falschen Amnion und der Pleuroperitonealhöhle (im weitesten Sinne).

Zum Beweise, dass es sich bei den beschriebenen Lymphgefässen um ein wirkliches Gefässsystem handelt, gilt Folgendes:

1. Uebereinstimmung der Lymphgefässe in ihrer Anordnung mit den Blutgefässen (lymphatischer Ringsinus u. s. w.).

2. Die Isolirbarkeit einer Platte, in welcher nur Blut- und Lymphgefässe sind.

Digitized by Google

3. Der Nachweis eines geschlossenen Röhrensystems, welches aus Zellen besteht, deren Kittsubtanz sich durch Höllenstein und deren Kerne sich durch Farbstoffe darstellen lassen. Dies wird controlirt durch Querschnitte, auf denen die bekannten Endothelröhren durchschnitten erscheinen.

Gleichwie zwei embryonale Blutkreisläufe unterschieden werden (Dotterkreislauf und Allautoiskreislauf), so unterscheidet A. Budge zwei Lymphkreisläufe, von denen der erste dem Dotterkreislauf, der zweite dem Allantoiskreislauf entspricht. Dieser führt seinen Inhalt in's Blut, was beim ersten nicht der Fall ist.

Beschreibung des ersten Lymphkreislaufes an Hühnerembryonen auf Flächenbildern.

Abgrenzung des ersten Lymphkreislaufes vom zweiten und dieses von dem bleibenden.

Die Grenze zwischen dem ersten und zweiten Lymphkreislaufe wird durch die Ausbildung des Ductus thoracicus bestimmt. Der erste Lymphkreislauf ist ein in sich abgeschlossener Complex von Lymphgefässen und Lymphspalten, die nirgends mit dem Blutgefässsystem in Verbindung stehen. Der zweite Lymphkreislauf bietet einen wesentlichen Unterschied gegen ersteren darin dar, dass er durch den Ductus thoracicus eine directe Communication mit dem Blutgefässsystem hat. Die Entstehung des Ductus thoracicus aus Lymphgefässen des ersten Kreislaufes prägt diesen unzweifelhaft den Stempel wahrer Lymphgefässe auf. Denn es ist nicht wahrscheinlich, dass Canäle, die zum Ductus thoracicus werden, früher einem anderen Zwecke gedient haben, als Lymphe zu führen.

Der erste Lymphkreislauf hat seine peripheren Lymphgefässe in der Keimscheibe liegen, sich innig anschmiegend an die Blutgefässe. Der Austausch kann hier nur durch die dünnen Wandungen geschehen, die Lymphe und Blut von einander trennen. Die centralen Lymphgefässe, d. h. die, welche im Bereiche des embryonalen Leibes liegen, wandeln sich durch Schwund ihrer einander zugekehrten Wandungen zu Spalten um. Es sind dies die Parietalhöhle, die Pleuroperitonealhöhle und in gewissem Sinne auch die Amnionhöhle.[1]

---

[1] Schon mit dem Auftreten der ersten Urwirbel entsteht seitlich von den Ur-

Digitized by Google

Von diesen drei Gebilden bleibt in ihrer ursprünglichen Form nur die Pleuroperitonealhöhle und mit ihr der gleichzeitig angelegte Ductus thoracicus. Derselbe vermittelt die Communication zwischen den Lymphgefässen des zweiten Kreislaufes d. h. derjenigen, welche sich in der Allantois entwickeln und dem Blute. Wie die grösseren Blutgefässe des Embryo immer mehr die der einzelnen Körperregionen in ihren Bereich ziehen, so bleibt auch der Ductus thoracicus als Sammelstelle für die bleibenden Lymphgefässe. Sobald der Ductus thoracicus in seine Function tritt, die Lymphe aus der Allantois in das Blut zu führen, ist der zweite Kreislauf eröffnet; mit dem Untergange der Allantois beginnt der bleibende Lymphkreislauf des Körpers..

So scharf sich auf dem Papier die Grenzen ziehen lassen, so wenig scharf sind sie in der Entwickelung ausgeprägt. Wenn der zweite Kreislauf beginnt, ist der erste noch nicht ausgeschaltet, und während der zweite in voller Thätigkeit ist, beginnt schon der bleibende sich auszubilden.

Die Abtheilungen, die ich um die Schilderung zu erleichtern, machen muss, sind daher keine scharfen Zeitgrenzen. Sie geben wesentliche Veränderungen an, die in den Theilen entstehen, welche zum Lymphkreislaufe und dem so überaus ähnlich gestalteten Blutkreislaufe in naher Beziehung stehen.

Abtheilung der Embryonen des ersten Lymphkreislaufes in vier Classen.

Für den ersten Lymphkreislauf theile ich die Embryonen in folgende Abtheilungen ein. (Es bezieht sich dies Alles auf Flächenbilder.)

1. Solche, bei denen die Parietalhöhle gebildet und schon mit blossem Auge sichtbar, die Area vasculosa deutlich abgegrenzt ist, der Sinus terminalis noch aus netzartig verflochtenen Gefässen bestehend. Die Blutgefässe haben den Körper des Embryo noch nicht erreicht. Die Pleuroperitonealhöhle ist noch nicht sichtbar.

2. Solche an denen die Pleuroperitonealhöhle deutlich ausgebildet ist. Die Blutgefässe haben den Körper erreicht. Der Sinus terminalis ist deutlich ausgeprägt.

(I. S. 68). Diese Höhle nennt Reichert (S. 138) Herzhöhle, Remak (S. 13) Halshöhle, His (S. 73) Parietalhöhle. Ich werde in der Folge letztere Bezeichnung wählen, weil sie mir bei der doppelten Verwendung derselben zum Pericardium und primären Amnion die geeignete zu sein scheint.

Primäres Amnion im Gegensatz zum secundären, dem wahren Amnion. Das primäre ist der Mesodermspalt, der von der Bauchseite her gesehen von Wolff, von der Rückenseite her von Pander als falsches Amnion beschrieben worden ist.

Digitized by Google

3. Solche, an denen das Amnion sich zu bilden begonnen hat.

4. Solche, an denen der Amnionsack vollständig oder fast vollständig geschlossen ist.

Die Begründung dieser Eintheilung wird sich aus dem Folgenden ergeben.

Beschreibung des ersten Stadiums an frischen und mit Eosin gefärbten Embryonen.

Die Betrachtung von Embryonen der sub. 1 characterisirten Abtheilung zeigt im frischen Zustande seitlich vom Kopfe je ein helles Bläschen, das mit Flüssigkeit erfüllt erscheint. Sowohl von der dorsalen wie ventralen Seite ist es gleich deutlich, sodass es sich als ein zwischen Ecto- und Entoderm gelegenes Gebilde praesentirt. Die Abgrenzung ist nach Aussen sehr scharf, während nach Innen durch den dazwischen gelagerten Kopf der Contour nicht so deutlich zu Tage tritt. Eine die Mitte beider verbindende Linie würde den noch gestreckten Herzschlauch in zwei ziemlich gleiche Hälften theilen. Dieses ist die Parietalhöhle und sie ist das Einzige, was man von Lymphräumen an frischen Praeparaten sehen kann. Wenig mehr Aufschluss geben die mit Eosin gefärbten, in Canada eingebetteten Flächenpraeparate. Sie dienten mir insofern zur Controle, als sich an ihnen, mehr wie an jedem anders tingirten Objecte, die Parietalhöhle gut gegen das umliegende Gewebe abhebt. Das Bläschen der frischen Praeparate erscheint nach Eosinfärbung als eine helle durchsichtige Stelle, die deutlich abgegrenzt ist.

Beschreibung desselben an injicirten Praeparaten.

Ganz anders gestaltet sich das Bild an injicirten Praeparaten. Die Einspritzung geschieht von einer der beiden Parietalhöhlen aus.

Die Füllung der Parietalhöhle mit wässrigem berliner Blau direct durch Einstich mit einer äusserst feinen Stichcanüle führt zu folgendem Resultate. Nachdem die eine Parietalhöhle voll ist, sieht man von dem peripheren Rande zahlreiche Aestchen entstehen. Medianwärts füllt sich ein quer verlaufender Ast, der in die Parietalhöhle der anderen Seite führt. Von dieser aus füllen sich wieder periphere Aeste, die bis an die Grenze der Area vasculosa gehen und die Netze mit bilden helfen, aus deren Zusammenfluss später das Ringgefäss entsteht. Schwieriger sind die Injectionen von der Peripherie aus nach dem Centrum hin. Sie geben aber gute Control-

Digitized by Google

aber nur im vorderen Theil. Von ihnen aus füllt sich erst die Parietalhöhle der einen Seite, dann wieder der Querast, weiter die Parietalhöhle der anderen Seite wieder mit zahlreichen peripheren Aesten.

Dieser Lauf der Injectionsmasse ist ein so constanter und die erhaltenen Bilder so übereinstimmend, dass man an künstlich geschaffene Bahnen nicht mehr denken kann. Während der Injection sieht man diese Bilder entstehen.

Dieses eben angegebene doppelte Injectionsverfahren kam in Anwendung für die sub. 1. und 2. bezeichneten Entwickelungsstadien.

Mit dem zunehmenden Wachsthume der Embryonen wird die Injection sowohl von der vergrösserten Parietalhöhle aus wie auch von dem bald als breiter Canal erscheinenden Ringgefässe viel leichter. Dass man nicht selten Blutgegefässinjectionen erhält, versteht sich von selbst. Dieselben sind aber so grundverschieden von den Lymphgefässen, dass man mit blossem Auge sie schon während der Injection erkennen kann.

Bei den jüngsten Embryonen (siehe oben Stadieneintheilung sub. 1) befindet sich jederseits vom Kopfende ein blau gefülltes Bläschen, vorn vom Kopfe überragt, hinten bis an den vordersten Urwirbel reichend. Beide Bläschen sind um die Breite des Embryokörpers von einander entfernt. Derselbe liegt frei zwischen ihnen. Der mediale Rand ist fast gerade, der laterale deutlich convex. Vorn und hinten spitzen sich die kleinen Bläschen etwas zu. Die medialen Ränder beider sind nun durch einen Quergang verbunden, welcher das noch gestreckte Herz von der Bauchseite her verdeckt. Die Breite derselben entspricht etwa der halben Länge der Bläschen. So entsteht eine dem lateinischen H ähnliche Figur, an der die langen Striche den Bläschen, d. h. den Parietalhöhlen, der kurze Strich dem Querast entsprechen. Letzterer erscheint weniger intensiv blau, wie die Parietalhöhlen, ein Beweis dafür, dass sein Innenraum weniger Masse zu fassen im Stande ist. Man muss sich denselben als einen platt gedrückten Schlauch vorstellen, dessen obere Fläche der ventralen Herzseite anliegt, dessen untere von jener durch den Innenraum getrennt ist. Vorn und hinten stossen beide in schmaler Kante zusammen.

Von der convexen oder lateralen Seite der Parietalhöhlen gehen nun zahlreiche Canälchen aus. Dieselben divergiren nach aussen und streben dem Rande der Area vasculosa zu. Sie lassen in der Mitte bis zur vorderen Grenze der eben genannten Zone einen Raum frei, welcher der Länge des Querastes entspricht. Dieser Raum ist caudalwärts durch den vorderen Rand des Querastes begrenzt, zu beiden Seiten durch die Innenränder der Parietalhöhlen und durch die von letzterer nach vorn ausgehenden Canälchen, nach vorn bleibt derselbe offen. Hier bleibt Platz für den bekannten Einschnitt des terminalen Blutsinus und der sich aus

Digitized by Google

ihm entwickelnden Vasa omphalomeseraica superiora. So werden also auch hier die Lymphcanäle umgriffen durch Blutgefässe, wie es ja auch der Fall im übrigen Bezirke der Zona vasculosa ist. An der Peripherie bilden die Canälchen ein Geflecht, welches später einen Theil des lymphatischen Ringgefässes ausmacht. Dieses, dem Ringgefässe entsprechende Geflecht kleiner Lymphgefässe setzt sich nun in der ganzen Peripherie, genau dem inneren Rand des Blutsinus folgend, fort und entsendet zahlreiche Aestchen gegen den embryonalen Körper hin, ohne ihn, wie auch die Blutgefässe, zu erreichen. Wir haben also nur im vorderen Ende der Keimscheibe zwei durch den oben beschriebenen Spalt getrennte Büschel von Lymphgefässen, die mit dem Embryo durch die Parietalhöhlen in Verbindung stehen. Im ganzen übrigen Bereiche des Embryos ist noch keine Verbindung mit dem Randgefässe resp. dessen stellvertretenden Geflecht vorhanden. Letzteres wird gerade so, wie der Sinus terminalis aus einem netzartigen Geflechte von Canälen angelegt, durch deren Verschmelzung später das Vas lymphaticum terminale entsteht.

Zweites Stadium.

Während mit den Blutgefässen die Lymphcanäle von der Peripherie aus sich immer mehr der Stammzone nähern, bildet sich die Pleuroperitonealhöhle aus. Dieselbe erscheint an ungefärbten in Canada conservirten Flächenbildern als ein jederseits nach aussen von den Urwirbeln gelegener Schlauch. Derselbe scheint nach vorn offen zu sein und lässt sich bis an die Stelle verfolgen, wo an injicirten Praeparaten der hintere Rand des Querastes sich befindet. Dieser Schlauch ist zuerst kurz, wird dann allmählich länger, bis er an das hintere Körperende reicht. Dabei erscheint er gut abgegrenzt und am hinteren Ende etwas kolbig erweitert. In seinem Verlaufe markirt sich eine Stelle durch besondere Breite und durch eine nach aussen offene Communicationslücke, deren weiterer Verlauf sich an uninjirten Praeparaten nicht feststellen lässt. Diese sehr characteristische Stelle ist am besten einem Ambos vergleichbar, dessen schmaler Fuss dem nach aussen führendem Wege und dessen übriger Theil, wenn man ihn sich nach vorn und hinten verlängert denkt, der Höhle des Schlauches entspricht. Dies ist die Stelle, wo der spätere Nabel entsteht. Das noch scharf abgegrenzte hintere Ende des paarigen Schlauches verliert sich später, indem beide Peritonealhöhlen bekanntlich ineinander übergehen.

An frischen und an Eosinpraeparaten lässt sich eine Vergrösserung der Parietalhöhlen leicht bemerken. Dieselben erscheinen mehr in die Länge gezogen und an ihrem vorderen und hinteren Ende spitzer, wie früher.

Die Injectionen werden wie bei den jüngeren Objecten, auf die beschriebene doppelte Weise ausgeführt.

Digitized by Google

An so vorbereiteten Embryonen haben sich folgende Veränderungen im Lymphkreislauf herausgestellt.

Wie der Blutsinus sich nunmehr ausgebildet hat, so besteht auch im ganzen Umfange des Gefässhofes nach innen vom Sinus terminalis ein breites Vas lymphaticum terminale. Nur am vorderen Ende bleibt wieder eine Stelle frei, indem seitlich von der Vena omphalo-meseraica das lymphatische Ringgefäss mit zwei Schenkeln gerade nach rückwärts läuft, um in die vorderen Spitzen der Parietalhöhlen überzugehen. Die seitliche Begrenzung dieses vorderen Raumes (s. o.) ist also jetzt vorn durch die rücklaufenden Schenkel des Vas lymph. terminale gegeben (Taf. V, Fig. 6), welche in die Parietalhöhlen einmünden. Mit anderen Worten ausgedrückt: die der Vena omphalo-meseraica zunächst gelegenen Lymphgefässe sind auch hier wie in der ganzen übrigen Peripherie durch Verschmelzung zu einem grösseren Lymphcanal geworden. Durch die Einmündung der rücklaufenden Schenkel erscheint die Parietalhöhle an nicht injicirten Praeparaten nach vorn mehr zugespitzt.

Das hintere Ende der Parietalhöhle spitzt sich nun nach hinten gleichfalls zu. Es entwickelt sich von ihm aus ein schmales, nur aus wenigen Stämmen bestehendes Canalnetz, dessen Maschen langgestreckt erscheinen und deren Hauptgefässe der Längsachse des Körpers parallel laufen. Dasselbe bleibt ausserhalb der Stammzone liegen, den Embryo von beiden Seiten einfassend. Der Bildung dieses Netzes geht die Entwickelung eines einzigen Gefässes vorher, das dieselbe Richtung einhält und später als innerster Canal liegen bleibt, während sich dann mehrere dazugesellen. Dieses Canalnetz wächst in dem vorliegenden Stadium bis an das untere Ende des Embryos, an dem gewöhnlich nur erst ein einziges Seitengefäss erscheint. Von diesen längsgerichteten Gefässen verschmelzen nun sehr bald einige zu einem breiten Canale. Der Process beginnt am vorderen Ende und rückt allmählich nach hinten vor. So sieht man die Seitengefässe im vorderen Ende als Canal, im hinteren noch als einzelne Stämme. Von diesen seitlichen Lymphgefässen aus habe ich nie eine Communication mit peripheren Lymphgefässen injiciren können. Es ist dies daraus leicht erklärlich, weil die vom lymphatischen Ringgefäss aus entstandenen den Embryo an diesen Stellen noch nicht erreicht haben. Wir werden weiter unten sehen, dass die Verbindung derselben mit den peripheren Lymphgefässen zuerst am unteren Ende eintritt. Es ist dieses Verhalten ein Beweis, dass diese Lymphgefässe aus der Parietalhöhle sich entwickeln, woraus sich auch der langgestreckte Verlauf erklärt. Dieses Lymphgefässnetz ist, wie wir weiter hören werden, ein Theil des Amnion und giebt die Anregung zur Bildung der Seitenkappen.

Während nach aussen keine Verbindung dieses Netzes entsteht, bildet

Digitized by Google

sich aber nach innen eine wichtige Communication mit der Pleuroperitonealhöhle. Sobald nämlich dieselbe, von vorn nach hinten wachsend (s. o.), die Stelle des Nabels überschritten hat, wird durch einen Seitengang am Nabel die Pleuroperitonealhöhle mit dem seitlichen Lymphgefässnetze verbunden.

Die Pleuroperitonealhöhlen stossen nun, wie ich oben hervorgehoben habe, an den Querast an, der die beiden Parietalhöhlen verbindet (der kurze Strich des lateinischen H). Man sieht nun in der That, dass von diesem Queraste aus die Pleuroperitonealhöhlen sich gefüllt haben. Schon mit blossem Auge erkennt man die Pleuroperitonealhöhle im Bereich der Stammzone dicht neben und nach aussen von den Urwirbeln gelegen, als feine blaue Gänge mit kolbigem Ende. Dieselben ragen je nach der Entwickelung bald weiter, bald weniger weit nach hinten.

Fassen wir die über das Lymphgefässsystem in diesem Stadium gemachten Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich folgendes:

In dem von dem Sinus terminalis abgegrenzten Bereiche der Area vasculosa befindet sich das Vas lymphaticum terminale, welches zahlreiche Aeste gegen den Embryo hin entsendet. Von diesen erreichen das Stammgebiet nur die vorderen, die in die Parietalhöhle einmünden. Der Kreis des Ringgefässes wird vorn dadurch unterbrochen, dass dasselbe mit zwei rücklaufenden Schenkeln in die vordere Spitze der Parietalhöhle umbiegt. Vom hinteren Ende der Parietalhöhle gehen die seitlichen Lymphgefässe aus, die ausserhalb der Stammzone den Embryo begleiten. Die Parietalhöhlen sind noch durch den Querast verbunden, von dem aus caudalwärts die Pleuroperitonealhöhlen sich entwickelt haben. Letztere stehen am Nabel mit den seitlichen Lymphgefässen in Verbindung.

Drittes Stadium.

Das nächste Entwickelungsstadium (vergl. S. 64) charakterisirt sich wesentlich durch den Beginn der Amniosbildung und zwar der Kopfkappe, Schwanzkappe und der Seitenkappen. Die Pleuroperitonealhöhle wächst nach hinten und es tritt hier die bekannte Vereinigung beider ein. Es entwickeln sich ferner die Arteriae omphalo-meseraicae, die mit den primitiven Aorten in Verbindung stehen. Das Herz hat sich nach rechts vorgewölbt und der obere Theil des Embryos zeigt die bekannten Knickungen. Derselbe liegt ausserhalb des Niveaus der Keimscheibe, während der grösste Theil des Körpers noch in demselben liegt.

Wie oben erwähnt, sind durch Zusammenfluss mehrerer seitlicher Lymphgefässstämme grössere Canäle entstanden, die nach innen vom Nabel mit den Pleuroperitonealhöhlen communiciren. Diese seitlichen Gebilde wachsen immer weiter nach hinten, bis sie das hinterste Ende des Embryos erreicht

Digitized by Google

haben. Es biegen dann beide nach innen in Halbbogen um, bis sie zusammenstossen und sich vereinigen.

Ueberblickt man die Entwickelung der seitlichen Canäle von der Parietalhöhle an bis zu ihrem hinteren Zusammenfluss, so kann man auch schon an Flächenpraeparaten folgenden wichtigen Befund constatiren. Als Vorläufer der späteren grösseren Canäle entwickeln sich immer erst feinere Lymphgefässnetze, die durch Schwund ihrer einander zugekehrten Wandung zu grösseren Canälen zusammenfliessen. Es ist demnach der ganze Embryo zu beiden Seiten und hinten vollkommen eingerahmt. Inzwischen haben nun die Lymphgefässe, die sich vom hinteren Theile des Ringgefässes entwickeln, den Embryo erreicht und sie gehen hier zahlreiche Verbindungen mit den eben geschilderten Lymphgefässen ein. So ist also mit Ausnahme der seitlichen Theile der Area vasculosa dieselbe überall mit Canälen versehen, die aussen mit dem Ringgefäss, innen mit den seitlichen und hinteren Lymphgefässen im Zusammenhange stehen.

In den hinteren Lymphgefässen tritt nun eine sehr rasche und ausgiebige Einschmelzung ein, die das Bild der sich entwickelnden Schwanzkappe hervorbringt. Hierauf werden wir weiter unten zurückkommen.

Die beiden Pleuroperitonealhöhlen haben nun inzwischen auch das hintere Körperende erreicht und treten hier in Verbindung mit den hinteren Lymphgefässen. Wie wir gesehen haben, fliessen die hinteren Lymphgefässe schnell zu der Schwanzkappe zusammen. In diesen Raum ergiessen sich nun die hinteren Enden der Pleuroperitonealhöhlen. Es wird also auf diese Weise eine Verbindung zwischen beiden Pleuroperitonealhöhlen geschaffen. Inzwischen sind auch mehrere seitliche Lymphgefässe den Intervertebralarterien entsprechend aufgetreten. Es ist mir trotz vieler Mühe nicht möglich gewesen, zu eruiren, ob zu einer Zeit die Pleuroperitonealhöhlen eine einfache Verbindung miteinander eingehen, die später mit der Schwanzkappe verschmilzt.

Man müsste sich dies folgendermaassen vorstellen: Wenn die Pleuroperitonealhöhlen das hintere Ende des Embryos erreicht haben, so biegen sie nach innen um und vereinigen sich in einem Halbbogen gerade so, wie die hinteren Lymphgefässe. Dieser Halbbogen läge etwas weiter zurück hinter jenem. Diese beiden Halbbogen treten durch Lymphcanäle miteinander in Verbindung. Sie verschmelzen dann zu einem halbmondförmigen Gebilde, dessen Spitzen sich in die seitlichen Lymphgefässe fortsetzen und in dessen concave Seite die Pleuroperitonealhöhlen einmünden. So wahrscheinlich nach Analogie diese Entstehung ist, so habe ich sie an Flächenbildern nicht beobachten können. Ich glaube es dadurch erklären zu müssen, dass die Einschmelzung der Lymphgefässe am hinteren Ende sehr rapid vor sich geht.

Digitized by Google

Auch vorn am Kopfende tritt eine weitere Einhüllung des Embryos ein. Die beiden Parietalhöhlen werden in die Länge nach vorn gezogen und gleichzeitig gleichfalls nach innen umgebogen, so dass sie sich fast berühren. Eine Vereinigung tritt aber noch nicht ein. Nur erscheinen die beiden rücklaufenden Schenkel des Ringgefässes natürlich einander genähert. Sie liegen der Vena omphalo-meseraica dichter an und machen den Eindruck von Lymphgefässen, die beiderseitig ein Blutgefäss begleiten. Hierdurch wird nun, wenn auch nicht vollständig, der Kopf nach vorn abgeschlossen (die sogenannte Kopfkappe).

Eine wesentliche Veränderung geht nun im Querast vor sich. Derselbe wird durch das erst vordrängende, nachher sich seitlich krümmende Herz mitgenommen, so dass er dasselbe umhüllt. Das Herz erscheint in diesem Stadium an den Rändern von deutlichen blauen Conturen umgeben, während es wie mit einem schwach blauen Ueberzuge versehen erscheint. Der Querast ist also zum Herzbeutel geworden.

Viertes Stadium.

Bei der weiteren Ausbildung des Amnion sind nun nur noch wenige Veränderungen zu bemerken.

Es tritt zunächst ein Zusammenfluss der beiden Parietalhöhlen auf, wodurch die vollständige Kopfkappe gebildet wird. Dadurch rücken die vorderen Lymphgefässe näher aneinander. Das fernere Verhalten des Querastes wird nun durch die den Kopf bedeckende Injectionsmasse verdeckt. Es treten weiter Verbindungen zwischen den Seitenkappen und den seitlichen peripheren Gefässen ein. Die Verbindung der Pleuroperitonealhöhle bleibt.

Ueber die letzten hier zu erledigenden Fragen: wie kommt die Amnionflüssigkeit von dem Pander'schen Amnion an das wahre Amnion? und wie bildet sich das Amnion? können nur Quer- und Längsschnitte Aufschluss geben:

(Hier fehlt im Manuscript die Beschreibung.)

Als Ausgangspunkt für meine Injectionsversuche an Hühnerembryonen habe ich solche vom dritten Tage gewählt, an welchen der wahre Amnionsack seinem Schlusse nahe ist. Die Blutgefässe der Keimhaut bestehen aus der Vena terminalis aus einer rechten. linken. vorderen und hinteren Vena

Digitized by Google

ich früher als Canalsystem im Mesoderm von Hühnerembryonen beschrieben habe.[1]

Letzteres lässt sich durch Injection mit Berlinerblau gut zur Anschauung bringen. Dieselbe gelingt sowohl vom falschen Amnion, wie auch von den peripheren kleineren Gefässen aus, unter denen das lymphatische Ringgefäss das geeignetste ist. Dasselbe ist leicht einzustechen, wenn man sich dicht an dem Innenrand der Vena terminalis hält. Diese Injectionen haben vor denen in den falschen Amnionsack den grossen Vorzug, dass sie sehr saubere Praeparate liefern und natürlich viel weniger leicht zu Extravasaten führen. Solche sind für ältere Embryonen fast durchweg, für jüngere so weit wie möglich der Beschreibung zu Grunde gelegt.

Der Vena terminalis liegt eng nach innen ein um etwas breiterer lymphatischer Ringsinus an, der geschlossen bis zum vorderen Ende des Embryos verläuft. Ich nenne ihn Vas lymphaticum terminale. Der Blutkreis verschmilzt meistens vorn zu einem unpaarigen rückwärts laufenden Stamme, der Vena omphalo-meseraica anterior. Der Lymphring biegt nach hinten um in zwei Stämmen, welche seitlich zur ebengenannten Vene liegen. Dieselben sind durch mehrere kurze Queräste mit einander verbunden. Die Hauptstämme gehen nach hinten und münden in den vorderen Theil des primären Amnion. Diese beiden Stämme wären also als Vasa lymphatica anteriora zu bezeichnen. Den Venae omphalo-meseraicae laterales und posteriores entsprechen ebenfalls grössere Lymphstämme, von denen erstere mit den Seitentheilen, letztere mit dem Schwanztheil des falschen Amnion in Verbindung stehen. Die Vasa lymphatica lateralia erreichen als grosse Stämme nicht den lymphatischen Ringsinus, sondern lösen sich vorher in Capillaren auf. Das Vas lymphaticum posterius dagegen stellt als grösserer Stamm die Verbindung zwischen Ringgefäss und Schwanztheil des falschen Amnion her. Die Ursache dieser Verschiedenheit wird sich aus der weiteren Beschreibung ergeben. Der von den grösseren Lymphstämmen freigelassene Raum bis zum peripheren Rande des falschen Amnion wird von Lymphcapillaren eingenommen. Dieselben entspringen in grosser Anzahl aus dem ebengenannten Theil, aus dem ganzen Bereiche des Ringgefässes und durchziehen als ein dichtes Geflecht die Keimhaut. Dieses Gefässsystem erhält seinen inneren Abschluss im falschen Amnion. Mit diesem steht wieder das Pericardium und die Rumpfhöhle in Verbindung. So wären also für die Keimhaut Lymphgefässe, für den Körper des Embryos ein lymphatisches Höhlensystem vorhanden, beide durch das primäre Amnion auf der Grenze von Stamm- und Parietalzone mit einander verbunden und von einander geschieden. Da das primäre Amnion

[1] *Dies Archiv.* 1880. S. 320. Taf. XIV.

Digitized by Google

den Embryo ganz oder doch zum grössten Theile verdeckt, so können Flächenbilder über die Beziehung der Höhlen zu einander keinen weiteren Aufschluss geben.

Das primäre Amnion umgiebt, der Form des secundären folgend fast den ganzen Embryo. Die Sonderstellung des Coeloms werden wir an einer anderen Stelle eingehend erörtern.

Die Lymphgefässe der Keimhaut stellen nun eine einfache Schicht von Endothelröhren dar, deren Wandung durch kein anderes Gewebselement verdickt erscheint. Trotz der grossen Menge von Injectionen habe ich nie mehrere Gefässlumina über einander gelegen angetroffen, so dass sie gegen das Blutgefässsystem vollkommen abgeschlossen sind, während letzteres wie bekannt in mehrfacher Schichtung vorkommt. Die Flächenausdehnung dieser Lymphgefässplatte, wie man sie wohl nennen kann, ist bestimmt, durch das primäre Amnion nach innen, durch die Vena terminalis nach aussen. Ventral liegen die Lymphgefässe Wand an Wand mit den Blutgefässen, dorsal stossen sie an das Ectoderm.[1] Mit ihm scheinen leichte Verlöthungen zu bestehen, so dass man bei Isolationspraeparaten, deren Zweck ist, Gefässblatt und Ectoderm zu trennen, nicht selten die obere Wand am Ectoderm anhängend findet. Besonders häufig geschieht das, wenn man den Keim vorher mit $^1/_4$ procent. Argent. nitric. tingirt und dann in Regenwasser macerirt, bis zur Trennung der Blätter. Man erkennt dann ausser den Ectodermzellen noch Schichten von Endothelien, die natürlich wie Abdrücke der Gefässe aussehen. Es scheint mir dieses Verhalten für die spätere Spaltung zu grösseren Höhlen von Wichtigkeit zu sein. Bei der vollkommenen Ablösung des serösen Blattes nach Bildung des secundären Amnion und der Umwucherung der Allantois werden wir hierauf zurückkommen.

Alle diese Angaben beziehen sich auf Embryonen vom dritten Tage.

Entgegen den meisten Autoren nehme ich also eigene Lymphgefässe für den jungen Hühnerembryo an. Dieselben stellen ein vollkommenes System von Lymphbahnen dar, welches sich eng an das Blutgefässsystem anschliesst. Alle Blutgefässe der Keimhaut haben ihrer Gestalt und Grösse nach conforme Lymphgefässe, wie wir oben gesehen haben. Alle diese Gefässe stehen in Zusammenhang mit einer Lymphspalte, die den ganzen [illegible]

Digitized by Google

bildet ein in sich abgeschlossenes Ganze, welches ich als ersten Lymphkreislauf entsprechend dem ersten Blutkreislauf beschrieben habe. Ein wesentlicher Unterschied von dem zweiten und zum Theil bleibenden Lymphkreislauf liegt aber darin, wie ich nicht verkennen kann, dass keine direkte Communication mit dem Blutgefässsystem statt hat. Dafür sind aber diese Wände sowohl der Blutgefässe als auch der Lymphgefässe sehr dünn, beide nur aus Endothelhäutchen bestehend; unmittelbare Berührung eines Theiles der Wandungen lassen einen regen Austausch von festen, gasförmigen und flüssigen Bestandtheilen in der vollkommensten Weise zu. Ihre Berührung ist eine weit vollständigere als im erwachsenen Zustande. Für die Circulation der Lymphe in diesem geschlossenen System ist das Pulsiren des Herzens in einem Theil desselben, dem Pericardium von grossem Einflusse und ersetzt auf diese Weise die Ansaugung, die sonst durch das vorbeiströmende Blut in den Venen ausgeübt wird. Hiervon kann man sich leicht durch einen kleinen Injectionsversuch überzeugen. Spritzt man nämlich einen Tropfen Berlinerblau in den Pericardialsack in der Nähe des Herzens, so sieht man, wie der Tropfen erst rhythmisch hin und herbewegt wird, dann aber bald mit der Flüssigkeit sich mischt und in dieser vertheilt.

Wenn hier Flüssigkeit vorhanden, woran *a priori* ja nicht zu zweifeln ist, so wird auch in den communicirenden Röhren eine solche functionell der Lymphe gleichartige vorhanden sein, wie es schon für das Coelom von v. Baer (S. 40) u. A. beobachtet ist.[1]

Die Vermuthung, dass auch die Embryonen mit einem so integrirenden Theile des Circulationsapparates versehen seien, ist schon von Oken in seiner *Isis* (1826, Bd. XX, S. 374) ausgesprochen worden. „Wie aus dem Chorion die Blutgefässe entspringen, so aus dem Amnios die Lymphgefässe."

Die erste genauer basirte Andeutung von dem Vorkommen von Lymphräumen giebt dann Afanasieff:[2] „Man könnte sich versucht fühlen die beim Studium der Blutgefässentwickelung gefundenen Blasen für Lymphräume zu halten." In diese Blase stülpt sich ein Blutkörperklumpen ein und so entstehen die in Fig. VIII gezeichneten Bilder, die das jüngste Bild

---

[1] Eine Circulation in diesen Gefässen habe ich nicht beobachten können und ist, soviel ich weiss, auch von Niemandem gesehen worden. Ob man die Bemerkung v. Baer's hier heranziehen kann, wage ich nicht zu behaupten. S. 31 Th. I spricht er über Blutbildung:

„In den Rinnen erkennt man bald eine Strömung, welche ich jedoch nur in dem Fruchthofe sehen konnte, da der Gefässhof zu dunkel ist, um so zarte Strömungen zu erkennen. Dagegen ist das, was im Fruchthofe zuerst fliesst, ungefärbt und es bilden sich in demselben gar keine rothen Blutstropfen.

[2] *Wiener Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe.* 1886. Bd. LIII. S. 567 u. 568.

Digitized by Google

und die Entstehungsweise von perivasculären Lymphräumen zur Anschauung bringen. Eingehender und bestimmter sind die Angaben von His in dem allgemeinen Theile S. 203 und 204. Als primitivste Form eines perivasculären Lymphgefässes nimmt er die Gefässlücken des Embryoleibes an, in welche die Blutgefässe eingewuchert sind. Diese Lymphscheiden entbehren der parablastischen Wand, haben also auch keine Endothelien.

Bei der fortschreitenden Ausbreitung der parablastischen Gewebe werden die perivasculären Lymphräume rings von denselben umhüllt, so dass jetzt ein doppeltes Canalsystem entsteht und zwar eins von Blutgefässen und eins von Lymphgefässen, welche nur durch dünne Zelllagen von einander getrennt sind, im Uebrigen aber beide eine geschlossene Wand besitzen. Dies entspricht seinem zweiten Stadium. Sein drittes umfasst dann die Lymphgefässe, die mehr von den Blutgefässen abgerückt und durch breitere parablastische Substanzbrücken getrennt erscheinen. Für diese Auseinandersetzung kämen nur die sub 2. Stadien charakterisirten in Betracht. Die ersten möchte ich aus der Gruppe von Lymphräumen ausschliessen, weil ihnen das Endothel fehlt. Das Vorhandensein von Flüssigkeit in ihnen genügt nicht, sie als Lymphbahnen zu charakterisiren.

Hiermit wäre dann auch gleich das Haupterforderniss für die Deutung solcher Räume als Lymphräume gekennzeichnet. Dem stellt sich an die Seite, dass solche Räume weder mit der äusseren Luft communiciren, noch je communicirt haben. Letzteres ergiebt sich aus der einfachen Thatsache, dass alle die Gebilde, die ich unter mein Gefässsystem subsummirt habe, einfache Mesodermspalten sind, die erst durch Einwuchern der Endothelien ihren Lymphraumcharakter erhalten. Dem Endothelnachweis habe ich naturgemäss besondere Sorgfalt gewidmet. Alle die hierhergehörigen Gebilde haben in dieser Entwickelungszeit mit Ausnahme des Coeloms Endothel. Letzteres nimmt eine Sonderstellung ein, auf die ich erst später eingehend zurückkommen werde.

Querschnittsbilder von den Lymphgefässen und Räumen zeigen deutlich auch die Querschnitte von Endothelröhren, wozu sich am besten mit Eosin oder Carmin gefärbte Praeparate eignen. Man sieht daran, wie alle Lymphgefässe, grosse wie kleine, von einer einfachen Schicht solcher Endothelien ausgekleidet sind, man erkennt ferner an ihnen die Lagerung der Lymphgefässplatte oberhalb der Blutgefässe und ihre enge Anlagerung an das Ectoderm. Dort, wo Blutgefäss und Lymphgefäss sich berühren, liegt keinerlei Zwischengewebe zwischen den Endothelröhren.

Ich habe dann weiter an tingirten Praeparaten Isolationen des Gefässblattes vorgenommen, und zwar mit einfachem Wasser, eine Methode, die schon Pander angewandt hat.

An solchen Praeparaten liegt das Endothelrohr, d. h. eine Wand des-

Digitized by Google

selben dem Vas terminale vor (Taf. I, Fig. 10). Nach aussen ist dieselbe durch die Vena terminalis begrenzt, nach innen schiebt es sich in Form von kleineren Stämmen vor, die den zwischen den Blutcapillaren ausgesparten Maschen entsprechen. Die kleineren Stämme sind nur in kurzer Ausdehnung zu sehen. Das Hauptgefäss erscheint wie eine nach oben offene Halbrinne, da die obere Wand am Ectoderm hängen geblieben ist, wie ich bei anderer Gelegenheit bemerkt habe. Dieses Bild ist so überzeugend, dass ein Zweifel an seiner richtigen Deutung nicht aufkommen kann.

Für den Nachweis der Zellgrenzen durch Argent. nitricum müssen Injectionen gemacht werden, weil dasselbe sonst leicht Täuschungsbilder hervorbringt, was bei der Zellenmasse nicht wunderbar ist. Solche Injectionen dagegen zeigen klare und deutliche Endothelgrenzen. In der Abbildung (Taf. V, Fig. 13) ist ein Stück der primären Amnionhülle dargestellt, aus dem mehrere kleinere Gefässe ihren Ursprung nehmen, die die gleiche Grenzzeichnung aufweisen. Dasselbe kann vom Pericardium ausgesagt werden, während, wie schon oben angedeutet, das Coelom eine andere Auskleidung trägt.

Aus der gegebenen Darstellung folgt, um es kurz zu wiederholen: 1. in dem Lymphgefäss-System vom dritten Bebrütungstage ist Flüssigkeit enthalten; 2. es stellt ein eigenes in sich geschlossenes Röhren- und Spalten-System dar, welches mit der Aussenluft weder in Verbindung steht noch je gestanden hat. 3. Alle diese Räume sind mit Ausnahme des Coeloms am dritten Tage mit wirklichen Endothelien ausgekleidet.

Blutgefässe und Lymphgefässe zeigen in ihrer Anordnung eine vollkommene Uebereinstimmung; ihre gegenseitige Lage ist derartig, dass Inhaltsaustausch stattfinden kann; die Formen, welche sie zeigen, haben die grösste Aehnlichkeit mit den Lymphgefässen von Erwachsenen, worüber die IV. Tafel Fig. 5 Aufschluss giebt. In ihr ist ein Stück eines Lymphgefässnetzes genau nach der Natur gezeichnet wiedergegeben.

Hiernach, glaube ich, ist man wohl berechtigt, diese Räume, Spalten und Röhren zu dem Lymphgefässsystem zu rechnen.

Gefässblatt, Parietalhöhle, Rumpfhöhle.

Aus der Ausdehnung des Mesoderms lässt sich leicht ableiten, wie sich das lymphatische Ringgefäss und die Parietalhöhlen, die den vorderen Abschluss bilden, in den verschiedenen Entwickelungsstadien verhalten. Die treffliche Beschreibung des Gefässblattes von Dareste giebt uns eine gute Vorstellung von seiner Ausdehnung in den verschiedenen Entwickelungs-

Digitized by Google

stadien.[1] „Die vollständig entwickelte Gefässschicht (l'aire vasculaire) hat einen fast kreisförmigen Contour. Es giebt nun einen primitiven Zustand, in welchem die Form der Gefässschicht die eines unvollständigen Kreises ist. Der Defect findet sich am vorderen Rande. Hier ist die Gefässschicht durch eine gerade Linie begrenzt, welche nicht den vorderen Rand der Fovea cardiaca überschreitet. Die Bildung des vorderen Segmentes derselben resultirt aus der Bildung der beiden Platten, welche selbst aus der unegalen Entwickelung der verschiedenen Theile des gradlinigen Vorderrandes entstanden sind. Sehr thätig ist die Entwickelung an beiden Enden des Randes, in der Mitte beinahe gleich Null. Diese gerade Linie (der vordere Rand) bildet sich in zwei Linien um, die einen nach vorn offenen Winkel formiren und die einander entgegenstreben, dadurch den Winkel verkleinern und durch Zusammenfluss in der Mitte ihn schliessen. Man kann sich ein sehr genaues Bild von der Bewegung der beiden gradarmigen Linien machen, welche den vorderen Rand der Gefässschicht bilden, wenn man sie mit den beiden Branchen eines Zirkels vergleicht. Wenn der Zirkel derart geöffnet ist, dass seine beiden Branchen eine gerade Linie bilden, so hat man den primitiven Zustand des vorderen Randes der Gefässschicht. Bis zum Zirkelschluss sind die folgenden Stadien repraesentirt.“ Die Verlöthung beider Platten der Gefässschicht bildet eine merkwürdige Thatsache, weil das nicht in der ganzen Länge der Fall ist. Indem ich als äusserste Begrenzung das lymphatische Gefäss angegeben, habe ich mich einer kleinen Ungenauigkeit schuldig gemacht. Es liegt, wie früher auch schon erwähnt, nach Aussen von jenem noch die Vena terminalis. Sie liegt vollkommen concentrisch mit jenem und genau Wand an Wand, so dass dadurch Formverhältnisse keine, Grössenverhältnisse nur eine minimale Differenz ergeben. Während das Blutgefäss vorn zu einem Ring geschlossen wird, ist es beim Lymphgefäss hinten der Fall. Letzteres geschieht so früh, dass an solch kleinen Embryonen keine Injectionen mehr möglich sind. Der Beweis hierfür lässt sich nur durch Schnitte an uninjicirten Praeparaten erbringen, worauf ich noch weiter zurückkomme. Wie wir schon wiederholt bemerkt haben, geht der Bildung von Lymphgefässen die Spaltbildung vorher. Es lassen sich daher die Angaben Gasser's für diese heranziehen.[2]

Fassen wir nun die Parietalhöhlen etwas näher in's Auge.

Dieselben bestehen aus je zwei Abtheilungen, die ich als laterale und mediale bezeichne. Diese gehen in der Medianlinie, wo das Mesocardium

[1] Recherches sur la dualité primitive du coeur et sur la formation de l'aire vasculaire dans l'embryon de la poule. Note de M. C. Dareste, présentée par M. Serres. *Comptes rendus hebdom. des séances de l'Académie des sciences.* 1866. t. LXIII. p. 603.

[2] Vergl. Gasser, *Primitivstreifen.* S. 23. 24. 31.

Digitized by Google

inferius eingerissen ist in einander über. Sie bleiben bei der Betrachtung mit blossem Auge, durch den Embryo meistens verdeckt, undeutlich. Die lateralen dagegen können sich freier ausdehnen, treten wie oben beschrieben, deutlich als helle Bläschen seitlich vom Kopfe hervor. Die obere und untere Wand für beide ist natürlich die gleiche. Erstere wird vom oberen Grenzblatte und nach inwendig von der schmalen dünnen oberen animalen Muskelschicht gebildet (His, S. 85), letztere von der unteren animalen Muskelschicht. Nach innen bestand vor den hier betrachteten Stadien früherhin eine Scheidewand; die den Verbindungstheil zwischen unterer und oberer Muskelschicht darstellte. Durch Zusammenrücken bei dem Schluss der primitiven Herzanlagen werden sie zum Mesocardium inferius. Dieses reisst durch und damit hört die innere Wand auf zu existiren (His, S. 85). Die äussere Peripherie ist durch eine Verlöthung zwischen oberer und unterer Platte der animalen Muskelschicht bez. nach aussen durch oberes und unteres Grenzblatt gebildet. Diese Verlöthung ist nun keine vollständige, wie die Einmündung der oben geschilderten Lymphgefässe beweist. Der Ausdruck „Verlöthung" könnte zu dem Missverständniss führen, als ob dieselbe erst entstanden, nachdem die Mesodermspalte schon weiter gereicht hätte. Correcter würde es sich also dahin zusammenfassen lassen, dass oberes und unteres Grenzblatt peripherisch aneinander stossen. Diese Aneinanderheftung ist durch eindringende Lymphgefässe durchbrochen.

Nach hinten scheint die Grenze besonders stark zu sein, da ich mich nicht entsinne, bei der grossen Anzahl von Injectionen ein dahingehendes Extravasat gehabt zu haben. Der hintere Abschluss der Parietalhöhle wird durch die Anlage des Diaphragma gegeben, welches durch die Verbindung der beiden animalen Muskelplatten in einer schräg von vorn und innen nach aussen verlaufenden Linie stattfindet (His, S. 120). Die vordere Begrenzung der ganzen Parietalhöhle fällt nun verschieden aus. Die lateralen lässt His (S. 85) in der vorderen Keimfalte aufhören. Dieses ist in soweit richtig, als in der vorderen Keimfalte die Grenze zwischen der Parietalhöhle und dem Vas lymphaticum anterius liegt. Die vordere Grenze der medialen Parietalhöhlen dagegen ragt lange nicht so weit vor, sie findet natürlich ihren vorderen Abschluss an der vorderen Grenze der Wolff'schen Herzgrube.

Diese Abgrenzung der Parietalhöhlen entspricht also, mit geringen Modificationen, derjenigen, welche His für sie angegeben hat.

Durch die schärfere Einbiegung des oberen Theiles der Parietalfalten wird nun eine Grenze zwischen Mittelstück und peripherem Theil markirt (His, S. 113). Hiernach habe ich meine Eintheilung in mediale und laterale Parietalhöhlen begründet.

Digitized by Google

Der Theil der Parietalhöhle, der ausserhalb der Parietalfalte liegt (d. h. also die lateralen Parietalhöhlen), geht in der Bildung des Amnion, und zwar in die vorderen Theile der seitlichen Kopfkappe auf. Hierdurch wird nun die Verbindung zwischen medialer und lateraler Parietalhöhle auf der linken Seite enger, während sie auf der rechten sich noch durch die Entwickelung des Herzens erweitert.

Die so abgeschiedenen unter einander in Verbindung stehenden medialen Parietalhöhlen werden nun zum Herzbeutel und zwar die ventrale Wand zum parietalen, die dorsale zum Theil zum visceralen Pericardium. Die Pericardialhöhle steht also seitwärts links durch einen schmaleren, rechts durch einen weiten Gang, in welchen noch das Herz hineinragt, mit dem primären Amnion in Verbindung.

Die dorsale Wand wird nun durch den Ursprung der paarigen Pleuroperitonealhöhlen wieder in ein Mittelstück und zwei Seitenstücke geschieden. Ersteres liegt also zwischen den Ursprungsstellen der Bauch-Brusthöhlen, letztere beide zwischen diesen und den Parietalfalten.

Der zwischen den Pleuroperitonealhöhlen gelegene Theil wird allein zum visceralen Blatte, was sich leicht aus der späteren Lage derselben zum Pericardium erschliessen lässt. Diesen Abschnitt allein werde ich der Kürze halber als viscerales Blatt des Pericardiums bezeichnen, als parietales Pericardium hingegen denjenigen Abschnitt, der seitlich durch die Parietalfalten begrenzt wird. Die seitlichen Theile der oberen Wand werden obere Begrenzungswände der Verbindungsgänge zwischen Pericardium und Amnion. Das sich nach unten vorwölbende Herz übt nun einen Druck aus, der zunächst und natürlich am stärksten auf das viscerale Pericardium einwirkt. Weniger wird davon das parietale Pericardium berührt, da dasselbe von jenem durch die Pericardialhöhle getrennt ist. Die Spannung in diesem Gebiete ist nicht unbeträchtlich. Zu dieser Zeit sieht man nicht selten die Herzbeutelhöhle so gut wie gar nicht mit Injectionsmasse gefüllt. Beobachtet man genau während der Injection selbst, so erkennt man, dass die Füllung vorhanden ist, so lange der Fingerdruck dauert; dass die Masse in die lateralen Parietalhöhlen ausweicht, sobald derselbe nachlässt.[1] Bei der Wendung des Herzens nach rechts legt sich

[1] Die Spannung, welche durch das Herz hervorgebracht wird, wechselt natürlich in ihrer Intensität mit dem Herzschlage. In ihm wird man daher ein wichtiges Circulationsmoment für die Lymphe zu suchen haben, indem das Herz hier wie eine Pumpe wirkt. Die Ausdehnung für diese treibende Kraft ergiebt sich aus der oben beschriebenen Ausbreitung des lymphatischen Gefässsystems. Auch später, wenn das Herz weiter im Herzbeutel drin liegt bleiben für die Bewegung der Lymphe dieselben Momente in Geltung.

Digitized by Google

nun dieses Organ eingestülpt unter den Anfangstheil des rechten Coeloms, so dass der Ursprung des letzteren von der Bauchseite her betrachtet, verdeckt erscheint. Da die Coelome am Embryokörper haften, folgen sie nicht der Verlagerung des Herzens. Mit der fortschreitenden Abschnürung des Kopfes und seiner Drehung nach der Seite werden die Coelome, da der Leib des Embryos noch in der Fläche der Keimhaut bleibt, um ihre Längsaxe gedreht. Die Coelome liegen daher, wie bekannt ist, von der ventralen Seite aus betrachtet, unten neben einander, oben über einander und zwar so, dass das linke oben d. h. ventral, das rechte unten d. h. dorsal zu liegen kommt. Wenn nun auch die Ursprungsstellen der Rumpfhöhle fixirt sind, so geben sie doch etwas dem Zuge des Herzens nach und rücken etwas mehr aneinander. Somit nehmen nun die Coelome ihren Ursprung aus dem dorsalen Theil des Pericardiums.

Je weiter das Herz sich in das viscerale Pericardium einsenkt, desto ausgesprochener wird das Mesocardium superius. Die am meisten nach Aussen gelegenen Stücke des visceralen Blattes, d. h. die, welche den Coelomen zunächst liegen, stellen sich nämlich erstens aus der ursprünglich frontalen Ebene in die sagittale und zweitens werden sie natürlich dadurch gegen einander genähert. Die nächste Folge davon ist, dass auch die Ursprungsstellen der Coelome einander näher treten und jetzt also lateral vom Mesocardium aus dem hinteren Theil ihren Ursprung nehmen. Je weiter das Herz nun durch Einstülpung im unteren Theile frei wird, desto mehr rücken natürlich auch die eben genannten Ursprungsstellen nach oben. Nach einem kurzen Referat von Milne Edwards[1] stimmt dieses überein mit dem Verhalten bei Rochen, welches Monro entdeckt hat. „Monro a découvert chez la Raie un prolongement infundibuliforme, qui part de la partie postérieure du sac péricardique et se divise bientôt en deux tubes membraneux, dont les parois adhérent à l'oesophage et dont l'extrémité débouche dans la cavité de l'abdomen.

His giebt für menschliche Embryonen das Gleiche an.[1] Durch die Seitwärtsdrehung des Kopfes wird nun noch eine zweite Veränderung auf den Herzbeutel hervorgebracht. Dieselbe bezieht sich zunächst auf den lateralen Abschnitt der Dorsalwand des Pericardium. Derselbe liegt also zwischen Coelom-Ursprüngen und den Parietalfalten. Er bildet mit dem parietalen Pericardium zwei abgeplattete Röhren, die Verbindungsgänge

Digitized by Google

Gänge liegt nun direct zwischen zwei fixen Punkten. Der eine fixe Punkt liegt in der Keimhaut als Mesodermspalt, die laterale Parietalhöhle; den anderen bildet das in das viscerale Blatt eingestülpte Herz. Wendet sich der Kopf des Embryos, nach seiner Abschnürung mit dem Herzen, nach der rechten Seite, so wird der linke Verbindungsgang gespannt. (Das parietale Blatt muss natürlich, wenn auch nicht in so hohem Grade, der Spannung folgen, um so mehr, da das Cavum pericardii durch das wachsende Herz schon an und für sich verengt ist.) Durch die Spannung tritt nun eine beträchtliche Verengerung und gleichzeitig Verlängerung ein. Dieser Gang bildet das Hutband Cadiat's (s. u. S. 85). Rechts dagegen tritt keine Dehnung, sondern vielmehr eine Lockerung des Verbindungsganges ein. Es hat dadurch das Herz Platz sich auszudehnen. Der rechte Gang ist also ungemein kurz und breit. An injicirten Flächenbildern ist er gar nicht als eigentlicher Gang zu unterscheiden und es sieht aus, als ob das Herz bis ins Amnion hinein vordringe.

Mit der Verengerung des linken Verbindungsganges wird natürlich die Selbständigkeit des Pericardiums grösser. In geringerem Grade folgt nun auch der rechte kurze Gang nach, so dass man eine deutliche Marke zwischen Pericardium und lateraler Parietalhöhle erkennen kann.

Somit ist nun der Herzbeutel als ein dem Herzen dicht anliegender Sack zu erkennen, zwischen dessen beiden Blättern die Injectionsmasse sitzt, wodurch jener noch schärfer sich markirt. Von seinem hinteren Ende gehen die beiden Coelome in die Keimzone; seitlich rechts ein kurzer, links ein gedehnter langer Gang zum Amnion. So sind die Verhältnisse in der Zeit, bis zu welcher die Beschreibung der peripheren Lymphgefässe reicht.

Schon Kaspar Friedrich Wolff hat das Coelom gekannt, seine Lage zwischen den Seitenplatten, die dadurch geschieden werden, und seine Entwickelung von vorn nach hinten (vergl. Remak S. 31). v. Baer hat dann eine exacte Beschreibung der Bauchhöhle gegeben, der nur wenig Neues hinzuzufügen ist, auf das ich im Verlaufe der Arbeit zurückkomme.

Die frühesten Injectionsbilder der Rumpfhöhle, deren Darstellung mir gelungen ist, sind etwa von der Mitte des zweiten Tages. Es ist eine etwas frühere Zeit, für welche v. Baer sie als Trennungshöhle zwischen animalem und vegetativem Theile beschreibt, in der sich etwas Flüssigkeit absetze (S. 40. 42).

Die Coelome nehmen ihren Ursprung jederseits aus dem dorsalen

Digitized by Google

zungen des visceralen Herzbeutels. Bei dem noch gerade gestreckten Embryo entstehen sie mit trichterförmigen Erweiterungen etwa auf der Grenze des hinteren zu den beiden vorderen Dritttheilen der dorsalen Wand. Sie kommen zum Vorschein an der hinteren Grenze der medialen Parietalhöhle, kaum $^1/_2$ cm von einander entfernt, als dünne, aber schon mit blossem Auge sichtbare blaue Fädchen. Bei Loupenvergrösserung erkennt man sie als Gänge, welche an ihrem Ende eine deutliche knopfförmige Anschwellung tragen. Bei genanntem Embryo ist noch kein Nabel formirt, die Coelome reichen aber auch noch nicht so weit nach hinten. Sie sind nach allen Seiten hin scharf begrenzt und haben keinerlei Verbindung mit benachbarten Theilen. Sie stellen also vollkommen geschlossene Gänge dar, die nur vorn mit dem Pericardium communiciren, bez. aus ihm als Ausbuchtungen hervorgegangen sind. Bei etwas älteren Embryonen markirt sich schon bald die Nabelgegend auch in dem Lumen der Coelome. Beide schwellen hier nicht unbeträchtlich an und treten in Verbindung mit einander. An injicirten Praeparaten gleichen diese Partien der Coelome einem Ambos, dessen Fuss dem Amnion, dessen schmaler Theil der Verbindungsspalte und dessen Hammerfläche dem verbreiterten Coelom entspricht und gegen die Wirbelsäule gekehrt ist. Natürlich muss man sich die Verlängerungen der Coelome in die Seitenkappen des Amnion nach vorn und hinten fortdenken. Es findet also hier die erste Verbindung der Coelome mit der Aussenzone statt. Die Verbindung wird hergestellt mit den Lymphgefässen, welche von der hinteren Spitze der lateralen Parietalhöhle, den Aussenfalten folgend, sich entwickelt haben (s. oben und weiter unten: Amnion). Die Coelome wachsen nun weiter nach hinten, bis sie auf den Theil des Amnion stossen und sich mit diesem vereinigen.

Wie wir noch hören werden, bildet die Schwanzkappe einen Mesodermspalt, der der Form eines Hufeisens entspricht, und dessen Concavität das hintere Ende des Embryos aufnimmt. Das Bogenstück des Hufeisens schliesst also den Embryo nach hinten ab; die Schenkel des Hufeisens begrenzen es seitlich und vereinigen sich später mit den Seitenkappen. Der vordere Rand bez. die vordere Kante dieser Schenkel sind nun scharf in transversaler Richtung abgeschnitten, wie das Vergleichsobject. Sie haben eine Breitenausdehnung, so dass man sie medial und lateral deutlich erkennen kann. An der medialen Seite mündet nun die Rumpfhöhle ein, an der lateralen, wie wir noch hören werden, die von vorn kommenden Seitenkappen des Amnion. Zwischen beiden bleibt also ein freies Stück des Schwanzamnion liegen. Das Coelom ergiesst sich mithin unten in das Amnion, während es oben vom Herzbeutel entspringt. So beschreibt von Baer die Bauchhöhlen als zwei Schenkel, die sich von der Höhle, in welcher das Herz lag, nach hinten fortsetzen und hinten zusammenfliessen (S. 68).

Digitized by Google

Lateralwärts haben wir nun eine Verbindung mit dem seitlichen Amnion kennen gelernt, an dem Nabel; solche Verbindungen treten bald zahlreicher auf. Sie liegen immer zwischen Urwirbeln, so dass man von vollkommen segmentirten Gängen reden darf, die zwischen Coelom und Amnion die Communication herstellen. Diese segmentalen Gänge scheinen nach meinen Injectionsbildern zuerst hinter dem Nabel, dann auch vor demselben aufzutreten. Hierüber müssen Schnitte Auskunft geben.

Wenn nun solche abgegrenzte Gänge vorhanden sind, so müssen natürlich auch Brücken zwischen denselben bleiben. Die vorderste dieser Brücken ist die Verwachsungsbrücke von Uskoff, die von diesem Autor in Zusammenhang mit der Zwerchfellbildung gebracht wird. Eine Lageveränderung geht nun mit den Coelomen im vorderen Theile vor sich. Dieselbe wird bedingt, einmal durch die Abschnürung und Seitwärtsdrehung des Embryos und zweitens durch die Einstülpung des Herzens in seinen visceralen Pericardial-Ueberzug.

Durch die Abschnürung des Embryos und seine Seitwärtslagerung erhalten die Coelome natürlich in ihrem dem Kopf zugewandten Theile, wenn man sie von der Bauchfläche her betrachtet, eine Uebereinanderlagerung, während sie caudalwärts noch in ihrer Ebene neben einander liegen. Es tritt also eine Kreuzung ein, so dass die eine ventral-, die andere dorsalwärts zu liegen kommt.

Dass die Ursprungsstelle der Coelome im Verhältniss zum Pericardium weiter nach dem Kopf zu liegt, ist eine natürliche Folge davon, dass das Herz sich tiefer in das viscerale Blatt einhüllt; je weiter die Herzspitze frei wird, desto mehr muss natürlich die Ursprungsstelle der Coelome nach der Basis des Herzens verschoben werden. Dies hat ferner zur Folge, dass die früher transversal gestellten Theile des Herzbeutels mehr sagittal gestellt werden und so ein Mesocardium superius formiren. Zwischen Bildung des letztgenannten Bandes und der dorsalen Wand des visceralen Pericardium liegt in der Mitte die Bildung des Mesocardium laterale (Kölliker). Wenn sich nämlich das Herz in das viscerale Blatt einstülpt, so muss eine Duplicatur desselben entstehen, deren geschlossener Rand caudalwärts, deren offener Rand kopfwärts sieht. Je weiter die Einstülpung erfolgt, desto schmaler wird diese Duplicatur und sie bleibt schliesslich zwischen visceralem

Digitized by Google

Wie aus dem Obigen hervorgeht, ist man wohl nicht berechtigt, das Pericardium als vorderes Bauchhöhlenende zu betrachten. Die Coelome stellen für sich gesonderte Gänge vor, die zwar mit dem Pericardium und mit dem Amnion in Verbindung stehen, aber kein Theil derselben sind. Bei der Frage nach den auskleidenden Zellen der verschiedenen Höhlen werden wir hierauf zurückkommen. Die Differenz in den auskleidenden Zellen der verschiedenen Höhlen sichert der Rumpfhöhle eine gesonderte Stellung.

Stadium der Amnionbildung.

Den Schlussstein der Höhlenbildung giebt die Entstehung des Amnion ab. Der eigentlichen Amnionbildung geht die Bildung eines falschen Amnion vorher. Dasselbe bleibt so lange bestehen, bis der definitive Schluss des wahren erfolgt. Von höchstem Interesse ist es, dass bei Mäusen der Uebertritt der Flüssigkeit vom falschen Amnion ins wahre überhaupt nicht stattfindet.

Das wahre Amnion ist ein Hautsack, das falsche eine echte seröse Bildung, wie wir gleich sehen werden.

Es giebt in der Literatur ein Wolff'sches und ein Pander'sches falsches Amnion. Beide Forscher haben dasselbe gesehen, ersterer nur von der Bauchseite, letzterer von der Dorsalseite. Beide haben nur die abgrenzenden Membranen als solche bezeichnet.

Das Wolff'sche falsche Amnion besteht also aus dem Entoderm mit der Darmfaserplatte, das Pander'sche aus dem Ectoderm (spätere seröse Platte) und der Hautplatte.

Der Raum zwischen beiden ist das, was man zweckmässig mit primärer Amnionhöhle oder -sack bezeichnet.

Von den bis jetzt bekannten Theilen des lymphatischen Systems werden folgende zur Bildung des falschen Amnionsackes verwandt:

1. Die hintersten Enden der Vasa lymphatica anteriora.
2. Die lateralen Parietalhöhlen.
3. Die Verbindungsgänge zwischen Pericardialhöhle und falschem Amnion, insbesondere der linke.
4. Die aus der hinteren Spitze der lateralen Parietalhöhlen entspringenden Lymphgefässe.

Während dieser Vorgänge am Vorderende des Embryos hat sich am hinteren die Schwanzkappe zu bilden begonnen, erst eine Spaltbildung, dann ein vollkommenes Geflecht von Lymphgefässen und schliesslich ein Zusammenfluss derselben zu einem erst hufeisenförmigen Streifen, der das hintere Körperende zwischen sich fasst. Seine Schenkel sind, wie oben schon bemerkt, nach vorn gerichtet. Dieser Mesodermspalt erweitert sich,

Digitized by Google

so dass eine breite Fläche entsteht, und zwar auf Kosten des hohlen Raumes im Hufeisen, der an Injectionspraeparaten dann ausgefüllt erscheint und so dann zur Hälfte eines Ovals wird, dessen Durchschnittsfläche nach vorn gekehrt ist.

In die Hufeisenschenkel gehen medial die Coelome, lateral die Lymphgefässe der Seitenkappen über. Letztere entspringen von den hinteren Spitzen der lateralen Parietalhöhlen und laufen der seitlichen Aussenfalte entsprechend bis zur Schwanzkappe, um mit derselben zu verschmelzen. Sehr bald tritt auch eine Verschmelzung der einzelnen Lymphgefässe zu einer breiteren Spalte ein und damit wird also die Anlage der primären Aminionhöhle gebildet. Die medialen Verbindungen mit den Coelomen entstehen zuerst in der Nabelgegend, dann nach beiden Richtungen fortschreitend. Später tritt dann auch die Verbindung mit den lateralen Lymphgefässen auf, die unterdess die Amniosgegend erreicht haben.

An dem vorderen Theile vollziehen sich nun gleichfalls Veränderungen. Die erste Veränderung ist die, dass sich kurz vor dem Kopfende zwischen beiden Vasa lymph. anteriora, die aus den Spitzen der Parietalhöhlen hervorgehen, sich ein Querast bildet. Dieser auf injicirten Flächenbildern als Querast auftretende Verbindungscanal stellt nun die Kopfkappe des primären Amnion dar. Bei der Entwickelung des Kopfes werden nun die lateralen Parietalhöhlen in die Länge gezogen und verlieren dadurch mehr und mehr ihr Aussehen von eigentlichen Höhlen, sie stellen somit vielmehr die Seitenkappen des primären Amnios dar, soweit sie den Kopf betreffen, und reichen bis zum Ansatz des primären Diaphragma, welches, wie wir gehört haben, die hintere Grenze der Parietalhöhlen bildete. Solche Berührungspunkte und Verschmelzungen der Gefässschicht, wodurch Verbindungscanäle der doppelseitigen primären Amnioshöhlen entstehen, haben wir also bis jetzt zwei und zwar ihrer Entstehung nach geordnet:

1. Die vor dem Herzen liegenden Parietalhöhlen, deren Verbindung durch Schwund des Mesocardium inferius entstanden ist.

2. Der Verbindungsast vor dem Kopfe, zwischen den Vasa lymphatica anteriora.

Auf die Verlöthung der beiden Platten der Gefässschicht macht Dareste a. a. O. als auf eine merkwürdige Thatsache aufmerksam. „Die Verlöthung fängt nämlich an ihren beiden Enden einmal in der Fossa cardiaca und zweitens vor dem Kopfe an, während im mittleren Theil, d. h. unterhalb des Kopfes, die beiden Platten mehr oder weniger lange getrennt bleiben."

Digitized by Google

primären Amnion gewordene Parietalhöhlentheil. Die weitere Ausbreitung des primären Amnion geschieht nun so, dass die Verlöthung des Gefässblattes immer weiter vorschreitet. Solch Fortschreiten der Spaltbildung erfolgt ventralwärts zunächst im Bereich des Verbindungsschenkels zwischen Pericardialhöhle und Seitenkappe, und zwar von vorn nach hinten. Dadurch wird derselbe viel breiter und reicht zunächst bis zur hinteren Grenze der Parietalhöhlen, bis dorthin, wo dieselben die Amnionlymphgefässe abschicken.

Das genauere Verhalten derselben zum Herzbeutel entzieht sich an solchen Praeparaten der Beobachtung. Es handelt sich darum, ob durch diese Verbreiterung der Verbindung zwischen Pericardium und primärem Amnion auf seine Ausbildung Bezug hat.

Weitere Verlöthungen der Art finden noch weiter nach vorn statt, so eine constant am vordersten Ende, kurz bevor die Vasa lymphatica anteriora in das Ringgefäss umbiegen. An Injectionspraeparaten erscheint das natürlich auch wieder als Querast. Auch ein Theil der mehr rückwärts gelegenen Stücke der genannten Lymphgefässe werden durch solche Queräste mit einander verbunden. Verbreitern sich dieselben nach hinten durch fortschreitende Spaltung des Mesoderm, so werden sie natürlich schliesslich mit in den Bereich des primären Amnion hineingebracht. Daher erklärt sich auch die Verkürzung der Vasa lymphatica anteriora bei fortschreitender Entwickelung.

Es liegt also, von der Bauchseite her gesehen, noch frei: ein Theil des Kopfes und der grösste Theil des in der Fläche befindlichen Rumpfes.

Ueber das dem Rücken zugekehrte Verhalten des primären Amnion ist der correcten Beschreibung von His nichts weiter hinzuzufügen, nur dass ausser den schon bekannten Bestandtheilen des Mesoderms auch noch die Gefässschicht hineinwuchert und hier ihre seröse Höhle bildet.

Ueber den zweiten Lymphkreislauf liegt kein ausgearbeitetes Manuscript vor, es wird daher unter Hinweis auf die frühere Mittheilung im *Medicinischen Centralblatt* und auf die Figuren von Taf. II noch einmal abgedruckt, was der Copenhagener Bericht[1] darüber enthält:

Jedes grössere Blutgefäss wird von zwei Lymphstämmchen begleitet. Letztere sind durch zahlreiche Aestchen verbunden, so dass das Blutgefäss in einem Cylinder von Lymphgefässen steckt.

Der Abfluss der Lymphgefässe geschieht einmal durch die auf diese

Digitized by Google

Der Bildung dieser Lymphgefässe in der Allantois geht vorher ein Blutgefässnetz, welches sehr viel Aehnlichkeit mit den Lymphgefässen hat. Man kann nämlich vom achten bis etwa zehnten oder elften Tag durch Injection von einem Aste der Vena umbilicalis aus ein solches Netzwerk injiciren; nach diesen Tagen nicht mehr. Ob dieses Blutnetz so lange die Function der Lymphgefässe an den Arterien zu versehen hat, oder ob vielleicht aus ihnen Lymphgefässe hervorgehen, darüber sind meine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

Als Anhang mögen zwei Notizen folgen, die beide als Anregung zu weiteren Forschungen dienen können:

Beiträge zur Entwickelung der Lymphdrüsen und Lymphgefässe.

Entwickelung der Lymphdrüsensubstanz.

Lässt man junge Hühnerembryonen vom zehnten Tage etwa 10 bis 12 Stunden kalt liegen, so sieht man nach dem Eröffnen einmal die Blutgefässe, besonders deutlich die Arterien, von einer durchsichtigen, von Strecke zu Strecke glasigen Scheide umgeben. Dieselbe fühlt sich derb an und weicht dem Fingerdruck aus, ohne sich leicht zu entleeren. Sticht man eine Nadel ein, so findet ebenfalls aus der Stichöffnung keine Entleerung statt, ein Beweis, dass es sich hier nicht um eine einfache Lymphscheide, sondern um eine complicirte handelt, wie auch die Injectionen zeigen, auf die ich später zurückkomme.

Ausser diesen Scheiden der Blutgefässe finden sich in der Allantois bald in grösserer, bald in kleinerer Anzahl glashelle verdickte Stellen. Die Grösse variirt zwischen Linsenkorn etwa bis kleinsten Bohnen. Ihr Abschluss ist meist recht scharf, manchmal etwas diffus ins Allantoisgewebe übergehend. Die Consistenz derb und der Inhalt entleert sich nicht auf Einstich spontan, sondern ganz allmählich. Alle diese Erscheinungen erklären sich aus einer Infiltration des Gewebes mit Blutserum oder Lymphe. Bringt man in diesem Stadium eine Gerinnung zu Stande durch Einlegen in Müller's Lösung, so ergiebt die mikroskopische Untersuchung an diesen Stellen das Bild von adenoider Substanz mit Lymphzellen. Die Anzahl letzterer ist sehr spärlich im Verhältniss zu denen bei Lymphdrüsen. Diese Praeparate gleichen gut ausgepinselten Praeparaten von Lymphdrüsen der Säugethiere.

Diese Vorgänge erkläre ich mir folgendermassen:

Digitized by Google

herum, als den Theilen im Gewebe, welche sich bewegen. Die Erweiterung der Blutgefässe treibt Lymphe aus, die Contraction zieht solche aus dem Gewebe wieder in die Nähe. Also ein exactes Pumpwerk. In der Nähe der Blutgefässe wird also der Hauptabfluss für die Lymphe sich bilden, es sind dies die perivasculären Lymphgefässe.

Diese treten bald als begleitende Stämme, bald als umspinnende Netze, bald als einfache Scheiden auf.

Reichen diese nicht aus oder sind mechanische Hindernisse vorhanden, wie in den Beugen der Gelenke, so wird Lymphe ins Gewebe ergossen.

Geschieht dieses nicht zu häufig und in geringen Mengen, so kommt es zur Bildung von eingestreuter adenoider Substanz ins Bindegewebe; wird der Weg häufiger benutzt, so werden Follikel gebildet mit Ab- und Zuflussröhren und an besonderen Stellen werden vollkommene Lymphdrüsen entstehen.

Weiter ist die Frage aufzuwerfen, wie kommt die adenoide Substanz zu Stande?

Darüber giebt ein einfacher Versuch Aufschluss.

Bindet man bei einem siebentägigen Hühnchen die Allantois mit einem Faden ab, während man bei einem gleichen nur dieselbe abschneidet und beide gleich behandelt, mikroskopisch untersucht, so findet sich in ersterem viel adenoides Gewebe, während es bei letzterem fehlt.

Das adenoide Gewebe enthält einzelne weisse Blutzellen und Lymphkörperchen.

Das adenoide Gewebe entsteht durch Auseinanderdrängen des jungen Bindegewebes und es bleibt auf dieser Stufe stehen, da es andere Functionen vorgeschrieben erhält, als fibrilläre Zwischensubstanz zu bilden.

Missbildung.

Bildung des Gefässblattes, ohne dass der Embryo zur Entwickelung gekommen.

Bei einem $2^1/_2$ tägigen Hühnerembryo fand ich das ganze Gefässblatt vollkommen entwickelt. Aussen einen Sinus terminalis, innen ein wohl ausgebildetes Capillargefässsystem. An einer Stelle eine Andeutung von einer Zona pellucida. Herz und grössere Stämme fehlten. Erklärung: Die Gefässanlage geht aus einem vom Hauptkeim unabhängigen Keim hervor, denn sonst würde eine so vollkommene Gefässbildung nicht statt haben. Beweis für die Richtigkeit der His'schen Theorie. Versuch: Bei unbebrüteten Eiern die Keimhaut zerstören, ohne den Keimwall zu verletzen. Dann ausbrüten lassen und sehen, ob sich die Gefässe entwickeln. Dies wäre auch bei älteren Embryonen zu untersuchen bis zum Ende des ersten Tages.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. V. u. VI.)

Taf. V.

Fig. 1. Parietalhöhle, injicirt.

Fig. 2. Ursprung der Coelome aus der Parietalhöhle.

Fig. 3. Entwickelung des Herzbeutels.

Fig. 4. Entwickelung des Lymphkreislaufs im Dottersack, aus mehreren Praeparaten zusammengestellt.

Fig. 5. Typus der Lymphgefässe des Dottersackes vom $2^1/_2$ tägigem Hühnerembryo.

Fig. 6. Lymphkreislauf des Dottersackes, aus mehreren Praeparaten zusammengestellt. Entwickelung Nr. 2.

Fig. 7. Verhalten der Coelome nach Seitwärtsdrehung des Embryo.

Fig. 8. Lymphkreislauf des Dottersackes, aus mehreren Praeparaten zusammengestellt. Entwickelung Nr. 3.

Fig. 9. Amnionsack, blau injicirt (oberer Theil), nebst den austretenden Lymphgefässen.

Fig. 10. Isolirtes Gefässblatt eines $2^1/_2$ tägigen Embryo. Endothelkerne der einen Wand des Vas lymphaticum terminale. (Die andere Wand ist an dem Ectoderm sitzen geblieben.)

Fig. 11. Terminales Lymphgefäss eines $2^1/_2$ tägigen Hühnerembryo (Vas lymphaticum terminale) auf dem Querschnitt.

Fig. 12. Querschnitt der Keimhaut eines Hühnerembryo.

Fig. 13. Endothel des primären Amnionsackes und der einmündenden Lymphgefässe.

Fig. 14. Allantois-Lymphgefässe, Höllenstein-Praeparat (Hartnack III. 4).

Fig. 15. Querschnitt durch die Allantois, deren Lymphgefässe (blau) und eine Arterie.

Fig. 16. Keimscheibe eines $2^1/_2$ Tage bebrüteten Hühnereies. Der Embryo ist vollkommen geschwunden, nur der Parablast entwickelt. Das Praeparat ist mit Berlinerblau injicirt.

Taf. VI.

Fig. 1. Lymphgefässe eines 18 tägigen Hühnerembryo (gelb), Arterien roth, Venen blau.

Fig. 2. Aorta von einem etwa 18 tägigen Hühnerembryo, begleitet und umsponnen von Lymphgefässen. Diese von der Allantois aus mit Berlinerblau injicirt.

Fig. 3. Ein die Arterie umspinnendes Netz von den Venen aus injicirt. Etwa 9 tägiger Hühnerembryo.

Fig. 4. Lymphgefässnetz der Allantois, eine Arterie umspinnend.

Fig. 5. Ausgebildete Allantoisgefässe.

Fig. 6. Allantois-Lymphgefässe.

Fig. 7. Lymphgefässe um einen Arterienstamm von einem 18 tägigen Hühnerembryo.

Digitized by Google

Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo.

Von

W. His.

(Hierzu Taf. VII—VIII.)

Die Lungenanlage ist beim menschlichen Embryo noch vor Eintritt der Körperkrümmung d. h. vor Ablauf der dritten Woche erkennbar, als eine hinter dem Herzvorhofe liegende Ausbuchtung des Vorderdarmes.[1] Die Lichtung des letzteren hat innerhalb des Kopfes bekanntlich den Charakter eines breiten Frontalschlitzes, beim Uebergange in den Rumpf verjüngt sie sich und ihr grösster Durchmesser ist von da ab sagittal gerichtet. An der Grenze von Kopf und Rumpf, d. h. in der Höhe des Kehlkopfgebietes, unmittelbar über dem fünften Aortenbogen, hat bei Embryonen der angegebenen Periode ihr Querschnitt Kreuzesform, indem eine etwas gebogene frontale Spalte von einer sagittalen geschnitten wird (Fig. 1). Die beiden Seitentheile der Frontalspalte sind die späterhin bei der Bildung der Sinus pyriformes und der Schilddrüse betheiligten Fundus branchiales.[2] Indem dieselben nach abwärts blind auslaufen, bleibt die sagittale Spalte allein übrig und sie wird ihrerseits durch zwei Längsleisten in eine vordere und eine hintere Abtheilung zerfällt. Die hintere Abtheilung wird zum Speiserohr, die vordere liefert die Luftwege. Dieser respiratorische Theil beginnt oben als eine schmale Rinne und endet in der Höhe dss Herzvorhofes mit einem ausgeweiteten Absatze. Die obere enge Strecke ist die Anlage der Trachea, die unten ausgeweitete diejenige der Lungen. Eine mediane Theilung der beiden Lungenanlagen besteht Anfangs nicht und vorerst ist es auch schwer, ihre Abgrenzung von

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* III. S. 15 ff.

[2] A. a. O. III. S. 62 und Fig. 41.

Digitized by Google

der Trachealanlage sicher zu bestimmen. Im Allgemeinen zeichnet sich die noch unpaare Lungenanlage durch die Mächtigkeit ihrer Epithelbekleidung aus (Fig. 3). Bemerkenswerth ist das Verhalten des Respirationsrohres zu den verschiedenen Abtheilungen des Herzens. Das Kehlkopfgebiet hat vor sich die Insertionsstelle des Aortenbulbus und es wird von den beiden untersten Aortenbogen umgriffen. Längs der Trachealanlage ist das Herz vom Vorderdarm abgelöst, die Wand des letzteren wölbt sich frei gegen die Parietalhöhle vor und sie erscheint auch in ihrem Faserantheil geschlossen. Die Lungenanlage liegt hinter dem Herzvorhof und während einiger Zeit drängt sich ihre Epithelwand geradezu zwischen die Blätter des Herzgekröses hinein (Fig. 3). Unterhalb des Vorhofes divergiren die Gekrösblätter und biegen in das primäre Zwerchfell um. Hier hört die Lungenanlage auf und die nun folgende Fortsetzung des Vorderdarmes tritt als Magenanlage in das vom Zwerchfell überlagerte Bauchgebiet des Körpers über.

Die Trennung der Lungen und der Trachea vom Oesophagus vollzieht sich von unten nach oben hin. Bei den Embryonen von etwa 3 bis $3^1/_2$ Wochen ist dieselbe erst theilweise durchgeführt, sie vollendet sich am Schlusse des ersten Monats.[1] Der Kehlkopfeingang ist der bleibende Rest der ursprünglich durchgreifenden Verbindung zwischen der digestiven und der respiratorischen Rinne des Eingeweiderohres.

Zugleich mit der Trennung der Lungenanlagen vom Oesophagus vollzieht sich auch deren bilaterale Scheidung. Sowie dieselbe eingeleitet ist, zeigen sich die beiden Enden der epithelialen Lungenröhren dorsalwärts gebogen. Sie bilden zusammen ein Hufeisen, dessen Schenkel das Oesophagusrohr in zunehmendem Maasse zwischen sich fassen. Ein aus Muskel- und aus Bindegewebszellen bestehender Gewebsstrang umhüllt Anfangs gemeinsam die Lichtung des Speiserohres und der Lungen. Die durch ihr dichteres Gefüge charakterisirten Muskelanlagen gruppiren sich dabei um die Epithelröhren herum, während weiche Bindegewebsmassen die äussere Bekleidung und Verbindung bilden. Indem die Lungenröhren zunächst dorsalwärts weiter auswachsen, treiben sie die äussere Bekleidung vor sich her und es bilden sich auf diese Weise die beiden Lungen mehr und mehr zu selbständigen mit ihrem Wurzeltheil vor dem Oesophagus befestigten Organen aus. Die Sprossenbildung der epithelialen Lungenröhren beginnt vom Schluss des ersten Monats ab, und sie schreitet ziemlich rasch vorwärts, sodass nach der Mitte des zweiten Monats jederseits ein reich verzweigtes Astwerk vorhanden ist.

---

[1] So bei den Embryonen *α*, *R* und *Bl*, a. a. O. Taf. VIII, Fig. *α*3. Taf. XIII, Fig. 3 und Taf. I*, Fig. 3 u. 4, wogegen bei *A*, *Pr* u. s. w. die Trennung vollzogen ist.

Digitized by Google

In seiner grundlegenden Monographie über den Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen hat Aeby zuerst die Gesetze zu formuliren gesucht, nach welchen die Luftwege innerhalb der Säugethierlungen sich verzweigen.[1] Er ist dabei von ausgedehnten vergleichend-anatomischen Untersuchungen ausgegangen, hat sich aber nicht verhehlt, wie für die Begründung seiner Gesetze auch der embryologischen Forschung eine sehr wichtige Rolle zufallen muss, und er schliesst seinen einleitenden Abschnitt geradezu mit einem Appell an die Embryologen. Die vergleichend-embryologische Seite der Bearbeitung anderen Forschern überlassend, stelle ich im Nachfolgenden die Ergebnisse zusammen, zu denen mich die Untersuchungen menschlicher Embryonen geführt haben und da ich dabei vielfach an Aeby's Arbeiten werde anzuknüpfen haben, so schicke ich einen Ueberblick über dessen Hauptergebnisse meiner eigenen Darstellung voraus.

Jede Lunge enthält laut Aeby ein axiales Hauptrohr, den von ihm sogenannten Stammbronchus. An der Bifurcationsstelle der Trachea beginnend, tritt der Stammbronchus am Hilus in die Lungen ein und durchzieht diese in der Richtung von oben nach abwärts bis in den Winkel zwischen Zwerchfell und Wirbelsäule. Sein Verzweigungstypus ist nicht der dichotomische, sondern ein streng monopodischer, d. h. es gehen von dem einen Hauptrohr zahlreiche Seitenäste ab, die in ihrer Gesammtheit das Gerippe des Bronchialbaumes ausmachen. Auch diese Seitenäste folgen demselben monopodischen Verzweigungsgesetz und erst in den weiter vorgeschobenen Bezirken wird dieses Gesetz dadurch verwischt, dass die Zweige den Stämmen an Caliber näher stehen und ihnen dadurch gleichwerthig erscheinen. Nach demselben Princip wie der Bronchialbaum vertheilen sich auch die beiden Lungenarterien. Dieselben kreuzen jederseits den oberen Theil des Stammbronchus und steigen dann hinter demselben herab, in gleicher Weise wie jene, Seitenäste abgebend. Die Seitenbronchen entspringen in ihrer Mehrzahl unterhalb der Kreuzungsstelle des Stammbronchus mit den Arterien; sie sind, wie Aeby sich ausdrückt, hyparteriell. Ein eparterieller Bronchus kommt bei gewissen Säugethieren beiderseitig, bei anderen gar nicht vor. Beim Menschen dagegen, sowie bei zahlreichen sonstigen Säugern (Affen, Halbaffen, Fledermäusen, Fleischfressern, Nagern u. s. w.) besitzt nur die rechte Lunge in ihrem zum oberen Lappen gehenden Aste einen eparteriellen Bronchus und dieser bleibt linkerseits ohne Gegenstück.

Die hyparteriellen Bronchen treten immer in zwei Reihen auf, einer dorsalen und einer ventralen. Das Astwerk des Bronchialbaumes ist demnach ein doppelt gefiedertes und Aeby erkennt auch der Lunge nur zwei typisch unterscheidbare Ränder zu, einen hinteren ziemlich geraden und

[1] Aeby, *Der Bronchialbaum* u. s. w. Leipzig 1880.

Digitized by Google

einen vorderen winkelig geknickten. Zu letzterem rechnet er ausser dem vorderen Rande der Anatomen auch den auf dem Zwerchfell ruhenden unteren Rand hinzu. Zwerchfell- und Mediastinalfläche der Lungen sind principiell als zusammengehörig aufzufassen und nur in Folge der Anpassung an die Umgebung von einander geschieden worden. Dorsale und ventrale Bronchen stehen gewöhnlich alternirend, die letzteren in der Regel höher als die ersteren. Es ist der Ursprung der letzteren vorwiegend lateralwärts gerichtet, derart, dass wir uns den Stammbronchus als Kante eines dreieckigen Prisma's vorstellen können, in dessen medialer und vorderer Fläche die beiden Reihen von dorsalen und ventralen Bronchen gelegen sind. Die dorsalen Bronchen sind im Allgemeinen kürzer und in ihren Verzweigungen gedrungener als die ventralen. Der Stamm der Lungenarterien verläuft im Winkel zwischen ihren beiderseitigen Ursprüngen. Die Abgangsrichtung des eparteriellen Bronchus ist eine mehr intermediäre (dorso-ventrale) und seine Zweige greifen gleichermaassen in das dorsale wie in das ventrale Gebiet ein.

Ausser den typischen Seitenbronchen unterscheidet Aeby in besonderer Weise die Nebenbronchen und er versteht darunter solche Aeste zweiter Ordnung, welche, wie er sich ausdrückt, von den Seitenbronchen an den Stammbronchus abgegeben worden sind. Unter diesen, im Uebrigen minder beständigen und vorzugsweise den unteren Lungenabschnitten zukommenden Bildungen ist einer seiner Constanz halber ausgezeichnet; es ist dies der erste ventrale Nebenbronchus der rechten Seite, von Aeby als Herzbronchus bezeichnet. Zuweilen bildete derselbe einen besonderen Lungenlappen, den Lobus infra-cardiacus.

Die Lappenbildung betreffend, erklärt Aeby den sogenannten unteren Lungenlappen als den eigentlichen Lungenstamm, indem er allein den Stammbronchus aufnimmt. Die Abtrennung besonderer Lappen betrifft die Gebiete von Seitenbronchen, des eparteriellen Bronchus und ventraler Zweige von hyparteriellen Bronchen. Von Nebenbronchen vermag der Bronchus cardiacus einen selbständigen Lappen zu bilden.

Die obigen allgemeinen Verzweigungsgesetze des Bronchialbaumes gelten auch für den Menschen: dessen rechte Lunge enthält einen eparteriellen Bronchus und ihr oberer Lappen entspricht daher nicht dem oberen Lappen der linken Lunge, sondern er ist als Bildung besonderer Art zu verstehen. Das hyparterielle System ist beiderseitig symmetrisch, rechts wie links umfasst es vier grössere Ventralbronchen über deren untersten die Spitze des Stammbronchus mit kleinen unregelmässigen Seitenästen hervortritt. Die dorsalen Seitenbronchen sind schwach und stehen in der Regel tiefer als die ventralen. Von Nebenbronchen, ist nur der Bronchus cardiacus

Digitized by Google

constant, die übrigen spielen nach Zahl und Umfang eine sehr bescheidene Rolle. Der mittlere rechtseitige Lungenlappen entspricht dem linksseitigen oberen insofern, als beide aus dem ersten hyparteriellen Ventralbronchus hervorgehen.

Eine von Aeby mit Recht zu Gunsten seiner Auffassung geltend gemachten Angabe über Lungenentwickelung findet sich in den Studien über das Lungenepithel von Küttner.[1] „So deutlich," sagt Küttner, „in einer ausgewachsenen Lunge das Princip der Dichotomie ausgeprägt ist, so ungerechtfertigt wäre es, daraus auf ein dichotomisches Wachsen des embryonalen Epithelrohres bez. Bronchialbaumes schliessen zu wollen; das Wachsen ist monopodisch d. h. das Epithelrohr wächst an seinem Scheitel ungetheilt fort, während seitliche Sprossen vom Stamm desselben hervortreten und mit ihrer Längsaxe zu der des erzeugenden Rohres rechtwinkelig gestellt sind. Indem nun bestimmtere Seitenaxen bald nach ihrer Entstehung kräftiger wachsen und sich reichlicher verzweigen, als die Hauptaxe, wird der ursprünglich monopodische Charakter verwischt und schliesslich wird es schwer in dem vollendeten Bronchialbaum dessen monopodisches Wachsen wieder zu erkennen." Küttner geht wenig in das Detail seiner Beobachtungen ein. Er hat Rindsembryonen benutzt, und bei einem solchen von 15 mm Länge spricht er von einem mehrlappigen Organ, in dem das eingestülpte Darmdrüsenblatt zwei bis drei weite geradgestreckte Epithelröhren gebildet habe, bei einem Embryo von 6—7 cm bestehe jeder Bronchialbaum aus etwa drei weiten geradgestreckten kolbig abschliessenden Hauptröhren, von denen sich paarige rechtwinkelig ansetzende, ebenfalls kolbig endigende Seitenaxen entwickelt haben.

In gleicher Schärfe wie Küttner hat sich keiner von den Forschern, welche über die Entwickelung der Lungen gearbeitet haben, ausgesprochen, obwohl die Existenz eines primären oder Stammbronchus wohl keinem derselben entgangen ist. Remak, der zuerst die selbständigen Vegetationsvorgänge des endodermalen Epithelrohres betont hat,[2] spricht von dessen Verästelung und von den an seiner Wand sich bildenden blasigen Ausbuchtungen. Aus seinen Zeichnungen, sowie aus deren Erklärung ergiebt sich unzweifelhaft, dass sein Drüsenblattrohr dem Aeby'schen Stammbronchus entspricht, und dass er die Aeste als seitliche Auswüchse des-

---

[1] Virchow's *Archiv* 1876. Bd. LXVI. S. 13.

[2] Remak, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere.* S. 11 4. und Taf. VI, Fig. 78 bis 82. Figg. 78 und 79 zeigen von den Hühnchenlungen von sieben Tagen den Stammbronchus mit zwei bez. mit 5 seitlichen Sprossen besetzt. Fig. 82 giebt ein Stück vom Stammbronchus eines Schafembryo mit doppelter Reihe von Seitenbronchen.

Digitized by Google

selben entstehen lässt. Ausdrücklich hebt Remak die strenge Gesetzmässigkeit hervor, mit welcher die ersten Bronchialverzweigungen auftreten.

Unter Hinweis auf Remak sagt Kölliker,[2] dass die ersten Verzweigungen des Bronchus dorsal- und lateralwärts abgehen und dass mithin der „Hauptbronchus" an der ventralen Seite seine Lage hat. Das Epithelrohr bildet hohle Aussackungen oder Knospen, welche, rasch sich vermehrend bald in jeder Lunge ein ganzes Bäumchen von hohlen Canälen mit kolbig angeschwollenen Enden erzeugen, von welchem dann durch Bildung immer neuer und zahlreicher Knospen endlich das ganze respiratorische Höhlensystem gebildet wird.

Als vorwiegender, obwohl keineswegs ausschliesslicher Vertreter des dichotomischen Theilungsprincipes erscheint Stieda.[2] Er sagt vom Epithelrohr der Lungenanlagen bei Säugethieren, dass es zuerst einfach ist, dann aber in Aeste sich theilt, welche abermals sich theilen, so dass sowohl durch fortgesetzte Theilung als durch seitliche Sprossenbildung ein epitheliales, Anfangs noch leicht übersehbares Canalsystem entsteht, dessen blinde Enden in der Regel etwas leicht erweitert sind. An den Stellen, an denen Seitenäste oder Sprossen sich bilden, erscheint zuerst eine schwache Vorwölbung der Epithelwand des Canales, dieselbe wird allmählich grösser und zieht sich in die Länge, bis endlich ein neuer blind endigender Seitenast entstanden ist.

Meine eigenen bei früherem Anlasse publicirten Constructionsbilder des Bronchialbaumes menschlicher Embryonen[3] zeigen auch ihrerseits den Stammbronchus als ein die mediale bez. die vordere Seite des Astgebietes einnehmendes Rohr, dem die übrigen Bronchen seitenständig angefügt sind. Derselbe verläuft in einer Linie doppelter Krümmung, in der Frontalansicht beschreibt er einen lateralwärts, im Profil einen nach vorn convexen Bogen und er kreuzt in seiner unteren Hälfte den Oesophagus. Das frühzeitige Auftreten des rechtseitigen epartiellen Bronchus ist an jenen Bildern durchweg zu verfolgen, wogegen die genauere Geschichte der Seitenbronchen eine speciellere Bearbeitung verlangt, als sie jenen Zeichnungen zu Grunde liegt.

Von dem Zeitpunkte ab, wo die beiden Epithelgänge divergirend aus-

Digitized by Google

benen Strecke, dem primären Lungensack. Die beiden Lungensäcke stehen unsymmetrisch, der rechte schiebt sich weiter nach rückwärts, als der linke und ist auch geräumiger als dieser (Fig. 8). Die Bedingungen zu dieser Asymmetrie müssen sich schon in frühester Zeit geltend gemacht haben, denn noch ehe eine Abtrennung der Lungenanlage von einander und vom Oesophagus erfolgt ist, ist die entsprechende Ausbuchtung des Vorderdarmes nach rechts übergebogen (Fig. 3) ein Verhalten, das mit der asymmetrischen Stellung des Herzens und des Herzgekröses in unzweifelhafter Beziehung steht.

In Fig. 6 habe ich bei 50facher Vergrösserung die Lungenanlagen des ca. 4 wöchentlichen Embryo *Pr* constructiv dargestellt. Die unsymmetrische Gestaltung beider Anlagen ist darin sehr auffällig, die rechte ist erheblich länger als die linke und zugleich auch weiter. Als erste Spuren einer Gliederung zeigt der linke Lungensack zwei, der rechte drei knospenartige Auftreibungen. Davon bildet jederseits die primäre Endknospe das dorsalwärts umgebogene blinde Endstück des Epithelganges, während die übrigen von höher gelegenen Stellen desselben ihren Ursprung nehmen. Diese fünf primären Lungenknospen sind der Ausgangspunkt aller Bronchialverästelung und man erkennt unschwer in ihnen die Grundlage der später vorhandenen fünf Lungenanlage. Auf der rechten Seite bedingen die Knospen eine Theilung der Lungenlappen in drei übereinander liegende Geschosse, von welchen das Obergeschoss das Gebiet des eparteriellen Bronchus umfasst. Die dem rechten Obergeschoss entsprechende Strecke des linksseitigen Epithelrohres entbehrt einer Knospe, daher wir im Sinne von Aeby die obere linke Knospe der mittleren rechtseitigen zum parallelisiren haben. Um homogene Beziehungen einzuführen, werde ich dieselben beiderseits Seitenknospen nennen. Wir haben demnach sowohl rechts wie links eine Endknospe und eine Seitenknospe, zu denen auf der rechten Seite noch eine Oberknospe hinzukommt. In charakteristischer Weise sind die Seitenknospen dem Stammbronchus etwas oberhalb der Stelle aufgesetzt, wo derselbe eine scharfe Knickung erfährt. Das Fehlen einer linkseitigen Oberknospe darf uns übrigens nicht hindern, in topographischem Interesse auch links von einem Obergeschoss der Lungenanlage zu sprechen, das als Dependenz des Mittelgeschosses sich entwickelt und von diesem aus seine Bronchialröhren zugeführt erhält.

Die weitere Ausbildung der epithelialen Lungenanlage erfolgt durch Auswachsen und durch zunehmende Gliederung der fünf primären Knospen. Im Allgemeinen tritt bei den nachfolgenden Vergrösserungen des Gangsystems immer mehr ein Gegensatz zu Tage zwischen cylindrisch sich formenden Wurzelröhren und aufgetriebenen Endabschnitten oder secundären Knospen. Die Röhren verlängern sich und aus ihnen gehen,

Digitized by Google

nachdem sie einmal angelegt sind, keine neuen Knospen hervor. Der Ausgangspunkt neuer Formgebilde sind die secundären Endknospen. Diese verlieren ihre kugelige Anfangsform, indem sie an der der Anheftung gegenüberliegenden Stelle eine Abplattung erfahren. Es leitet sich dadurch eine Zweischeidung ein, die bald darauf in schärferer Weise sich ausprägt. Derselbe dichotomische Spaltungsmodus wiederholt sich durch spätere Stufen hindurch in ähnlicher Weise, bis schliesslich bei Bildung der Alveolargänge das Hervortreten seitenständiger Knospen wieder zur Geltung gelangt. Während ich in Betreff des Stammbronchus und seiner monopodischen Verzweigung mich völlig an Aeby anschliesse, bin ich im Fall, für die Seitenbronchen einen ausgeprägten dichotomischen Verbreitungsmodus zu vertreten. Den genaueren Nachweis auf später versparend, nehme ich die Behandlung jüngerer Stufen wieder auf.

Die Figg. 9 bis 11 geben die Constructionsbilder für die Lungen eines 8·5 mm langen Embryo.[1] Die Scheidung der Seitenbronchen vom Stammbronchus hat sich nunmehr eingeleitet, und der letztere umgreift das Speiserohr in einer gebrochenen Bogenlinie. An beiden Lungenanlagen sind die auf früher Stufe angelegten drei Geschosse unterscheidbar. Rechts enthält das Obergeschoss eine gestielte aber noch ungetheilte eparterielle Epithelknospe, während der Stammbronchus links als cylindrisches Rohr ohne Abgabe von Zweigen bis in das Mittelgeschoss herabsteigt. Beiderseits tritt im Mittelgeschoss aus der convexen Seite des Stammbronchus ein kräftiges Seitenrohr hervor, das schräg nach rückwärts sich wendend und mehrfach gablig sich theilend, schliesslich in eine Anzahl von rundlichen Knospen ausläuft. Dem kräftig entwickelten Mittelgeschoss gegenüber erscheint das Untergeschoss noch sehr im Rückstande. Wohl sind auch hier schon Anlagen von Seitenbronchen gegeben, dieselben sind indessen nur in Gestalt von kurz- oder gar nicht gestielten Knospen vorhanden. Im Ganzen sind die vorhandenen Anlagen der Bronchen schon charakteristisch genug, um ihre spätere Bestimmung erkennen zu lassen und danach sind sie auch in den drei Figuren bezeichnet.

Um die Abgangsrichtung der Seitenbronchen vom Stamm zu charakterisiren, hat Aeby die typische Grundform des Lungenquerschnittes mit der eines dreiseitigen Prisma's verglichen, die befestigte mediale Kante enthält den Stammbronchus, seine medial- und seine lateralwärts gerichteten

Digitized by Google

spricht in der That dem Befunde am embryonalen Organ. Durch eine Reihe von Entwickelungsstufen hindurch bleibt die Grundform des Lungenquerschnittes die eines Prisma mit einer befestigten und mit zwei freien Kanten, wovon die eine dorsal- die andere lateralwärts sieht. Die Fläche zwischen den zwei freien Kanten entspricht der späteren costalen Oberfläche der Lunge, sie steht um so mehr dorsalwärts, je jünger der Embryo ist. Mit zunehmender Entwickelung dreht sich das Prisma immer mehr um seine befestigte Kante nach vorn, der Art, dass schliesslich die vordere Fläche desselben zur medialen wird. Diese Drehung erfolgt nicht in allen Etagen gleichzeitig und in gleichem Maasse. Am frühesten beginnt sie im Mittelgeschoss, während sie im Ober- und Untergeschoss erst etwas später nachfolgt (Figg. 12 bis 14).

Im Mittelgeschoss der Lungenanlage stellt sich der Verzweigungsmodus des Seitenbronchus in einer besonders übersichtlichen Weise dar. Ich verweise auf den in Fig. 13 abgebildeten Durchschnitt von Embryo S_1. Indem hier die beiden Seitenbronchen unter einem beinahe rechten Winkel divergiren und alsdann jeder wieder in zwei Zweige sich theilt, bekommen wir vier in regelmässigen Abständen stehende Röhren, die ich in den Figuren mit den arabischen Ziffern 1 bis 4 bezeichnet habe. Hierbei bedeuten:

1) Bronchus dorsalis posterior.
2) Bronchus dorsalis lateralis.
3) Bronchus ventralis lateralis.
4) Bronchus ventralis anterior.

Den Ausdruck ventral nehme ich, weil ihn Aeby gebraucht hat, richtiger wäre die Bezeichnung der betreffenden Bronchen als laterale.

Der eparterielle Bronchus des rechten Obergeschosses theilt sich seinerseits in einen lateralen und in einen dorsalen Ast, die nach ihrer Richtung dem ventralen und dem dorsalen Seitenbronchus des Mittelgebietes entsprechen. Aeby hat auch hier wieder richtig interpretirt, indem er dem eparteriellen Bronchus eine dorsoventrale Bedeutung zugeschrieben und ihn als ungetheilten Vertreter der im hypobranchialen System getrennten dorsalen und ventralen Seitenbronchen aufgefasst hat. Auf etwas vorgerückter Stufe so bei den Durchschnitten vom Schluss des zweiten Monats (Fig. 20) hat sich in Folge der fortgesetzten dichotomischen Theilung der Verästelungstypus im Obergeschoss, dem des Mittelgeschosses sehr angenähert und es ist wesentlich nur die Existenz des gemeinsamen Wurzelrohres, welche jenes von diesem unterscheidet.

So einfach das primitive Theilungsschema der Bronchen ist, so treten doch bald in der Uebersichtlichkeit desselben gewisse Complicationen ein und zwar in erster Linie dadurch, dass die Theilungsäste der Bronchen in

Digitized by Google

auf- und in absteigender Richtung sich ausbreiten. Es entstehen auf diese Weise Verschiebungen der demselben System angehörigen Theile, welche auf beiden Seiten keineswegs symmetrisch vor sich gehen. Ueberdies zeigen die rechte und die linke Lunge in ihren hyparteriellen Abschnitten in Betreff des Verzweigungsmodus gewisse Besonderheiten, so dass die Symmetrie auch nach dieser Richtung hin minder ausgesprochen erscheint, als man nach Aeby's Darstellung vermuthen möchte.

Als Ausgangspunkt für die bezügliche Betrachtung wähle ich den $10 \cdot 5^{mm}$ langen Embryo *N*. Das ausgezeichnet gut conservirte Praeparat, das ich Hrn. Prof. Dohrn in Neapel verdanke, ist in tadellose Schnitte von je 10μ zerlegt worden und es bietet somit eine sichere Unterlage zu guten Reconstructionen (Figg. 15 bis 17). Das allgemeine Verhalten der Stammbronchen entspricht demjenigen der früher betrachteten Stufe. Von der Bifurcationsstelle aus divergiren sie Anfangs unter einem Winkel von circa 55°, dann kreuzen sie beiderseits den Oesophagus und ihre unteren Enden nehmen eine convergente Stellung an. Von Seitenbronchen sind rechts der eparterielle Bronchus, drei ventrale und ein- oder zwei dorsale Bronchen, sowie der Bronchus cardiacus unterscheidbar; links sind drei ventrale und ein oder zwei dorsale Seitenbronchen angelegt.

Der eparterielle Bronchus der rechten Lunge beginnt mit einem schräg nach abwärts steigenden Wurzelstück und er theilt sich in einen dorsalen und einen ventralen (lateralwärts gerichteten) Ast, von denen jeder wieder in zwei getrennte Zweige ausläuft. Dieselben sind gemäss der auf voriger Seite getroffenen Vereinbarung in den Figuren mit den Ziffern 1 bis 4 versehen. Der dorsale hintere Ast (Nr. 1) verläuft schräg nach abwärts, während der dorsale Seitenast (Nr. 2) zur Lungenspitze emporsteigt. Die Aeste 3 und 4 dagegen liegen beide annähernd in der Verlängerung des Wurzelstückes. Das hyparteriell liegende Mittelgeschoss der rechten Lungenanlage gehört dem ersten ventralen Bronchus an. Derselbe zerfällt in einen seitlichen und in einen vorderen Zweig (Nr. 3 und 4), die sich ihrerseits auch wiederum theilen. Die eine von den zu Nr. 4 gehörigen Knospen hebt sich über das Niveau der Wurzelröhren nach oben empor, während die andere nach abwärts gebogen ist.

Der erste dorsale Bronchus tritt bereits in das Untergeschoss der Lungenanlage ein, dem auch die Fortsetzung des Stammbronchus, sowie alle übrigen Seitenbronchen angehören. Die Knospen 1 und 2, in welche der erste Dorsalbronchus sich spaltet, kommen schräg untereinander zu liegen, wogegen die aus der Theilung des zweiten Ventralbronchus hervorgehenden Knospen 3 und 4 nahezu in derselben Ebene verbleiben. Das untere Endstück der Anlage läuft in einige breit gestielte Knospen aus, deren Deutung nicht absolut sicher zu geben ist. Mir scheint, dass der zweite dor-

Digitized by Google

sale und der dritte ventrale Bronchus sich bereits abheben und dass der zwischenliegende Stumpf als Ende des Stammbronchus zu deuten ist.

Eine besondere Erörterung verlangt der Bronchus cardiacus. Aeby, dem wir die Kenntniss dieses Astes verdanken, deutet denselben als Nebenbronchus, d. h. er fasst ihn auf als ein von einem Seiten- auf den Stammbronchus übergegangenes Rohr. In diesem Punkte kann ich Aeby nicht beistimmen. Mag man die Constructionsbilder oder mag man die Durchschnitte selber betrachten, so stellt sich der Bronchus cardiacus stets als Bildung eigener Art heraus. Innerhalb der beiderseitigen Lungengebiete ist er der einzige Ast, welcher eine den Dorsalästen genau entgegengesetzte wirklich ventrale Richtung einschlägt. Für seine Selbständigkeit spricht fernerhin sein frühes Auftreten und die weite Entfernung, welche ihn sowohl vom ersten als vom zweiten ventralen Bronchus trennt. Man wird sich dahin bequemen müssen, in ihm einen echten Seitenbronchus zu sehen, der aus der schematischen Ordnung der übrigen heraustritt und seine eigene Entwickelung verfolgt. Der Lage nach fällt er an die convexe Seite des Bogens, den der nach rückwärts strebende Stammbronchus seitlich vom Oesophagus beschreibt (Fig. 16).

Die linke Lungenanlage ist der rechten im Allgemeinen etwas voraus geeilt. Die Seitenbronchen sind sämmtlich etwas weiter ausgebildet als die ihnen correspondirenden Aeste der anderen Seite. Dazu kommt aber noch eine bedeutungsvollere Eigenthümlichkeit der linken Lungananlage. Der erste ventrale Seitenbronchus zerfällt nicht blos, wie der entsprechende Ast der rechten Seite, in die seinem Gebiete zukommenden Zweige 3 und 4, sondern er entsendet überdies einen starken Dorsalast, der in aufsteigender Richtung (*A* der Figuren) in das Obergeschoss der linken Lunge eintritt, in diesem sich in die Zweige 1 und 2 zerspaltend. Damit wird ein Ersatz geschaffen für den eparteriellen Bronchus der rechten Seite, zugleich aber auch die absolute Symmetrie der beiderseitigen hyparteriellen Bronchialsysteme aufgehoben.

Auch an anderen Stellen weichen die Bronchialäste der linken Seite von denen der rechten nicht unerheblich ab. Der in zwei Knospen zerfallende Ast 3 steigt mit seiner einen Hälfte nach oben empor, bis über die Höhe, in welcher der erste Seitenbronchus vom Hauptrohre abgeht, wogegen der gleichfalls zweigetheilte Ast 4 in der Richtung des Hauptrohres nach unten geht. Von den im Untergeschoss liegenden Bronchen zerfällt der erste dorsale in eine obere Sprosse 1 und eine untere 2, der zweite Ventralbronchus in zwei fast in gleicher Höhe liegende Sprossen 3 und 4; die übrigen Anlagen sind wenig entwickelt. Alle Seitenbronchen der linken Seite entspringen aus dem Stammbronchus, etwas höher als die entsprechenden Aeste der rechten Seite.

Digitized by Google

In eben dem Maasse, als der epitheliale Bronchialbaum im Innern des Lungenkörpers weiter auswächst, gliedert sich die Oberfläche des letzteren in einzelne rundliche Höcker und weiterhin auch in einige grössere Lappen. Bei Embryo *N* ist die definitive Lappenscheidung bereits vollzogen, indem auf der rechten Seite zwei tiefe Einschnitte das Mittelgeschoss von den beiden Nachbarn trennen, während links ein einfacher Einschnitt zwischen Mittel- und Untergeschoss sich einschiebt (Figg. 16 und 17.) Der rechte obere Lappen besitzt, im Profil gesehen, eine dreieckige Grundgestalt. Die divergirenden Bronchien 1 und 2 sind der dorsalen Basis, der Bronchus 4 ist der vordern Spitze des Dreiecks zugekehrt. Der gleichfalls dreieckige mittlere Lappen trägt in der hinteren Spitze den Bronchus 3, an seiner vorderen Basis die beiden Knospen des Bronchus 4. Die übrigen Bronchien vertheilen sich nach Maassgabe ihres Hervortretens im unteren Lappen und zwar liegt der Bronchus cardiacus ventralwärts am höchsten. Entsprechend der noch unvollkommenen Ausbildung der unteren Abschnitte des Bronchialbaumes ist der untere Lungenlappen relativ wenig ausgedehnt. In Betreff der Bronchienvertheilung auf die beiden Lappen der linken Lunge kann ich auf Fig. 17 verweisen.

Die Construction des Bronchialbaumes für den 13·8 mm langen Embryo Sch_2 zeigt die Anlage etwas weiter fortgeschritten als *N*, aber der Verzweigungstypus ist derselbe geblieben. Der Dorsalast des eparteriellen Bronchus zerfällt auch hier wiederum in einen auf- und einen absteigenden Zweig, desgleichen im hyparteriellen Gebiete der vordere Ast des ersten Ventralbronchus. Der erste Dorsalbronchus und der Bronchus cardiacus sind erheblich länger geworden und sind in mehrere Zweige gespalten. Auch hat sich das untere Ende des Stammbronchus verlängert und es ist nunmehr der vierte ventrale Bronchus zur Abzweigung gelangt. Auf der linken Seite fällt wieder der in das Obergeschoss aufsteigende hintere Ast des ersten Ventralbronchus in's Auge, im Uebrigen sind auch auf dieser Seite vier Ventralbronchen unterscheidbar, während ich auf der dorsalen Seite nur einen sehr langen ersten Seitenbronchus auffinde.

Den Bronchialbaum vom Ende des zweiten Monates (Embryo *Lo*) habe ich in den Figg. 22 bis 24 dargestellt. Noch deutlicher als in den jüngeren Stufen tritt hier die Compensation zu Tage, welche die linke Lunge für den Ausfall des eparteriellen Bronchus durch ihren aufsteigenden Ast erfährt. Der Anfangstheil dieses Astes geht auch jetzt noch dorsalwärts, die weitere Verzweigung geschieht aber so, dass die Rückseite und die Vorderseite des Obergeschosses davon versorgt werden. Das Verständniss der übrigen Bronchen bietet keine besonderen Schwierigkeiten und der Gegensatz der ventralen und dorsalen Aeste tritt besonders an den Figg. 23 und 24 dem Beschauer klar entgegen.

Digitized by Google

Mit zunehmender Entwickelung werden die Formen des Bronchialbaumes immer schlanker, ein System von cylindrischen Röhren schiebt sich in wachsender Ausdehnung zwischen die aufgetriebenen Endknospen und den Stammbronchus ein. An keiner Stelle findet sich eine Andeutung, als ob aus den einmal cylindrisch gewordenen Wurzelröhren Seitensprossen zu entstehen vermöchten. Die einzige Productionsstätte neuer Formbestandtheile sind die Endknospen, und zwar erfolgt die Umgestaltung auf dem Wege dichotomischer Theilung. Die Knospen verlieren ihre kugelige Grundform, indem sie an der der Anheftung gegenüberliegenden Seite sich abplatten und zugleich in transversalem Sinne strecken. Bald tritt eine trennende Furche auf, wodurch die ursprünglich einfache Knospe in zwei getrennte Vorwölbungen auseinander geht. Allmählich emancipiren sich diese letzteren und bekommen auch ihrerseits cylindrische Stiele, woraufhin derselbe Vorgang von Neuem Platz greifen kann. Der Winkel unter dem zwei neu entstandene Knospen divergiren, ist, kurz nach ihrer Entstehung, am grössten. Mit zunehmender Verlängerung der Stiele wird der Divergenzwinkel im Allgemeinen geringer. Zur Erläuterung des Theilungsvorganges habe ich einige Durchschnitte mitgetheilt, von denen Fig. 19 einem Embryo von circa fünf Wochen, Figg. 20 und 21 einem solchen von zwei Monaten entnommen sind. Bei letzteren Figuren sind die Aeste bis zu der vierten und fünften Theilung verfolgbar; jenseits davon enden sie, sofern sie nicht früher vom Schnitte getroffen sind, meistens in Doppelknospen.

Insofern das untere Ende des Stammbronchus auch seinerseits nach Art einer Endknospe weiter wächst, kann für die unteren Bezirke (vom dritten hyparteriellen Seitenbronchus aus nach abwärts) das Prinzip einer monopodischen Verzweigung nicht streng aufrecht erhalten werden, wie denn auch zuletzt der Stammbronchus keineswegs scharf von den Seitenbronchen unterscheidbar bleibt. In der tiefgreifenden Weise, wie dies Aeby thut, darf man, glaube ich, die Vorgänge monopodischer und dichotomischer Sprossenbildung überhaupt nicht zu einander in Gegensatz stellen. So verwirft Aeby z. B. die Annahme einer ursprünglich einfachen und nachträglich sich theilenden Lungenanlage mit folgenden Worten: „Ein Organ das in seinem ganzen, so ungemein consequenten Ausbau Nichts von Dichotomie weiss, kann unmöglich einer solchen in seinem ersten grundlegenden Vorgang huldigen und damit seinen späteren Character verleugnen.“[1] Es ist dies eine Vorstellungsweise etwas transcendenter Natur und fast scheint mir, als habe sich der verdienstvolle Forscher durch seine, die Organe personificirende bildliche Sprache zu derselben verleiten lassen. Die Bedingungen, welche die Formentwickelung eines wachsenden Theiles bestimmen,

[1] Aeby, a. a. O. S. 13.

Digitized by Google

brauchen während der verschiedenen Phasen seiner Bildung durchaus nicht dieselben zu bleiben, und so kann auch der formbildende Vorgang ein oder mehrmals seinen Character wechseln. Die erste Lungenanlage ist, wie ich mit Kölliker übereinstimmend finde, eine unzweifelhaft unpaare, zugleich aber ist sie in Folge ihrer Schrägstellung vom Anbeginn ab eine unsymmetrische. Nach erfolgter Trennung der beiderseitigen Anlagen bildet eine jede derselben einen gebogenen und zugleich birnförmig ausgeweiteten Schlauch, mit einzelnen schärfer markirten Vortreibungen. Aus diesen treten die primären Seitensprossen als monopodische Bildungen im Sinne von Aeby hervor und ihre für beide Seiten asymmetrische Anlage bestimmt auch die Differenzen späterer Ausbildung. Der weitere Verzweigungsmodus bleibt nun während geraumer Zeit der dichotomische. Zuletzt tritt aber ein Zeitpunkt ein, wo die Endknospen aufhören sich dichotomisch zu theilen und wo sie wieder in ein System mehr oder minder ausgiebiger Seitenknospen auslaufen. Die spätere Geschichte des Bronchialbaumes habe ich bis jetzt keine Gelegenheit gefunden, zu studiren. Zwei Punkte scheinen mir dabei beachtenswerth: Einmal ist die Möglichkeit gegeben, dass die bei zunehmender Entwickelung des Bronchialbaumes eintretende Raumbeschränkung schliesslich ein weiteres Längenwachsthum gestreckter Röhren hemmt und dass dadurch Aenderungen im Verhalten der sich ausdehnenden Endknospen bedingt werden. Sodann aber ist ein besonderes Augenmerk auf die Muskelanlagen zu richten. Die cylindrischen Bronchialäste sind schon sehr frühzeitig von circulären Muskelzellen umgeben und, wie mir scheint, darf man deren Bedeutung für die Beibehaltung regelmässiger cylindrischer Form keineswegs unterschätzen. Die Bildungsstätte der Alveolargänge und der Lungenbläschen fällt in ein Gebiet, in dem die Muskeln keine Rolle mehr spielen und das daher einen freieren Gestaltung des epithelialen Hohlkörpers Raum bietet.

Die Lungenarterien bilden sich, wie dies an anderem Orte gezeigt worden ist,[1] ziemlich gleichzeitig mit den fünften Aortenbogen. Sie zweigen sich von diesen in der Höhe der späteren Cartilago arytaenoidea ab und steigen von da aus steil nach abwärts, indem sie dem vorderen Rande der Trachealanlage folgen und etwas seitlich davon sich lagern. Ueber das Verhalten des untersten Gefässendes während der frühen Entwickelungs-

Digitized by Google

zogen hat, kreuzt sich die Arterie jederseits nachweislich mit den ersteren und zwar nach dem von Aeby für die ausgebildeten Lungen erkannten Gesetz. Sie tritt rechts vor dem ersten Seitenbronchus, dem eparteriellen herab und schneidet dann den Stammbronchus, ihn an der medialen Seite liegen lassend; links geschieht die Kreuzung über der Abgangsstelle des ersten Seitenbronchus. Da die beiden Lungenarterien ursprünglich von hoch oben herabsteigen, so geschieht ihre Kreuzung mit dem Stammbronchus Anfangs unter einem sehr spitzen Winkel. Indem weiterhin die grossen Gefässstämme tiefer nach abwärts rücken, ändert sich auch der Winkel zwischen den Lungenarterien und den Bronchen, bis schliesslich jene vor den letztern heraufsteigen müssen, um die Kreuzungsstelle zu erreichen.

Ueber das frühe Verhalten der Lungenvenen besitzen wir bis jetzt nur die Angaben von Fr. Schmidt,[1] wonach Anfangs ein einziger Stamm in den linken Vorhof einmündet. Dies soll noch beim 7wöchentlichen Embryo der Fall sein, bei einem 14 bis 15wöchentlichen fand Schmidt deren zwei und noch etwas später waren alle vier Oeffnungen von einander getrennt.

Die früheste Stufe, für welche ich das Verhalten der Lungenvenen habe durchprüfen können, ist die vom Embryo *N* (Figg. 15 bis 17.) Es sind bei diesem Embryo bereits vier Lungenvenen vorhanden und zwar je zwei obere und zwei untere. Die oberen Stämmchen verlaufen in transversaler Richtung vor dem oberen Theil ihres Stammbronchus vorbei. Das rechte ist bis unter den eparteriellen Bronchus zu verfolgen, das linke bis jenseits vom Ursprung des aufsteigenden Astes des ersten Seitenbronchus hinaus. Die unteren Lungenvenen treten divergirend nach abwärts, sie liegen Anfangs vor und medialwärts vom Stammbronchus, ihr unteres Ende verliert sich etwas unterhalb der Abgangsstellen des zweiten Seitenbronchus. Von den vier Lungenvenen vereinigen sich zuerst die beiden unteren zu einem schräg ansteigenden unpaaren Stamm, welcher vor seiner Einmündung in den linken Vorhof die rechte und, etwas höher oben, die linke obere Vene aufnimmt.

Bei dem zwei Monate alten Embryo *Lo*, für welchen Figg. 22 bis 24 die Darstellung geben, münden sämmtliche vier Venenstämme direct in den Vorhof ein. Die unteren verlaufen nunmehr weit horizontaler denn zuvor und sie kreuzen den Stammbronchus, indem sie medialwärts von ihm vorbeitreten. Die beiden oberen Venen gehen, wenn wir ihnen vom Herzen aus nach den Wurzeln folgen, schräg vor dem Stammbronchus in die Höhe, die rechte obere Vene kreuzt auch den Arterienast und tritt unter dem

[1] Das deutsche Referat der dänisch erschienenen Arbeit, von Panum verfasst steht im *Jahresbericht* von Virchow-Hirsch f. d. J. 1870. I. S. 65.

Digitized by Google

eparteriellen Bronchus hindurch in die hintere Lungenhälfte ein. Die linke Vene findet ihren Weg nach hinten jenseits von dem in's Obergeschoss tretenden Ramus ascendens des ersten Seitenbronchus. Von den Lungenarterien bleibt der obere Venenstamm dieser Seite durch den Stammbronchus und durch die beiden oberen Seitenbronchen geschieden.

Mit Rücksicht auf das Verbindungsstück der Lungenvenen mit dem Herzen erscheint jene Spalte besonders bedeutungsvoll, durch welche, zwischen den Blättern des Herzgekröses hindurch, die epitheliale Lungenanlage gegen den Vorhof sich vorgedrängt hatte (Fig. 3). Sie bezeichnet die Bahn, welche die Gefässe zu nehmen haben, die das Blut von den Lungen nach dem Herzen hinführen.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VII u. VIII.)

Figg. 1 bis 4. Durchschnitte von Embryo *Lr*. Vergr. 60 fach. *A. d.* Aorta descendens. *A. 5* fünfter Aortenbogen. *A. p.* Art. pulmonalis. *F. b.* Fundus branchialis. *Lg.* Lungenanlage. *Lr.* Leber. *Mg.* Magen. *Kk.* Kehlkopf. *Oe.* Oesophagus. *Ph.* Pharynx. *S. r.* Sinus reuniens. *S.* Sympathicus. *Tr.* Trachea. *V. c.* Vena cardinalis. *V. h.* Herzvorhof. *V. om.* Vena omphalomesenterica. *V. j.* Vena jugularis. *Vu.* Vena umbilicalis.

Fig. 1.. Schnitt durch den Kehlkopfeingang.

Fig. 2. Schnitt durch die Trachealanlage.

Fig. 3. Schnitt durch die Lungenanlage.

Fig. 4. Schnitt durch die Magenanlage.

Fig. 5. Querschnitt durch die Lungenanlage von Embryo *B.* Vergr. 50. Die rechte Lunge reicht weiter dorsalwärts als die linke.

Fig. 6. Lungenanlage von Embryo *Pr.* von vorn gesehen. Constructionsbild bei 50 facher Vergrösserung. *Ok.* Oberknospe. *Sk.* Seitenknospe. *Ek.* Endknospe.

Figg. 7 und 8. Rechte und linke Lunge desselben im seitlichen Profil gesehen. Bei den folgenden Figuren gelten die Bezeichnungen:

St. Stammbronchus.
E. Eparterieller Bronchus.
I, II, III, IV. Ventrale Seitenbronchen.
I, II*, III*, IV*.* Dorsale Seitenbronchen.
C. Bronchus cardiacus der rechten Lunge.
A. Bronchus ascendens der linken Lunge.
1. hinterer Ast des Dorsalbronchus.
2. seitlicher Ast des Dorsalbronchus.
3. seitlicher Ast des Ventralbronchus.
4. vorderer Ast des Ventralbronchus.

Fig. 9. Lungenanlage vom Embryo Eck_2, (Nl. 8·5 mm) von vorn gesehene Construction. Vergrösserung 60.

Figg. 10 und 11. Seitliches Profil der rechten und linken Lunge desselben Embryo.

Fig. 12. Querschnitt durch die Lungenanlage von Embryo S_1. Obergeschoss, der eparterielle Bronchus in zwei Aeste sich theilend. *A. p.* Art. pulmonalis. *V.* Nervus vagus. Vergr. 40.

Digitized by Google

Fig. 13. Mittelgeschoss der Lungen desselben Embryo. Erster ventraler und erster dorsaler Seitenbronchus.

Fig. 14. Untergeschoss von demselben. Dritter ventraler Seitenbronchus.

Fig. 15. Lungenanlage des Embryo *N* von vorn mit Arterien und Venen. Constructionsbild. Vergr. 50.

Figg. 16 und 17. Profil der rechten und der linken Lunge desselben Embryo, die Grenzen der Lappen sind dem Bronchialbaum umgezeichnet.

Fig. 18. Lungenanlage von Embryo Sch_2. (Nl. 13·8 mm.) Constructionsbild. Vergr. 50. Ansicht von vorn.

Fig. 19. Frontalschnitte durch die Lungenanlage von Embryo x. (Länge 12·8 mm.) Vergr. 30.

Fig. 20. Eparterieller Bronchus eines zweimonatlichen Embryo (*Lo.*) Vergr. 30. Bei Aufnahme der Figuren sind mehrere (4) Schnitte benutzt und deren Contouren superponirt worden.

Fig. 21. Erste hyparterielle Bronchen desselben Embryo.

Fig. 22. Bronchialbaum von Embryo *Lo.* Construction. Vergr. 30. Die Lungenarterien und Lungenvenen sind der Figur eingezeichnet. Für die untersten Abschnitte des Bronchialbaumes ist es schwer die Bezeichnung der Röhren mit Sicherheit zu geben.

Figg. 23 und 24. Rechte und linke Lunge desselben Embryo von der Medialseite her gesehen. Construction. Die hinteren Ränder beider Figuren sind einander zugekehrt, die vorderen von einander abgewendet.

Digitized by Google

Die Länge der Finger und Metacarpalknochen an der menschlichen Hand.

Von

Wilh. Braune und Otto Fischer.

In seiner *Anatomie der äusseren Formen des menschlichen Körpers* (Wien 1884. S. 287) giebt Langer folgendes an: „Wenn die Länge der ganzen Hand vom Mittelpunkte des Capitatum bis zum Ende des Mittelfingers und die Gliederlängen nach den Abständen der Angelpunkte der zwischengelagerten Gelenke bemessen werden, dürfte sich typisch das Maass des Mittelfingers nach den Zahlen 8 : 5 : 3 : 2 gliedern lassen, sodass die Mittelhand die gleiche Länge hätte, wie Grund- und Mittelphalange zusammen und die Grundphalange wie Mittel- und Endphalange zusammengenommen. Indess variirt das Verhältniss der Länge der Finger zur Länge der ganzen Hand sehr beträchtlich, auch findet sich im Vergleiche der Länge der einzelnen Finger untereinander eine individuell grosse Verschiedenheit."

Bei dem Interesse, welches die verschiedene Fingerlänge neuerdings bei den Anthropologen gewonnen hat, und bei der Bedeutung, welche dieselbe für den Mechanismus der Hand überhaupt besitzt, erscheint es wünschenswerth, auf Grund einer grösseren Messungsreihe dieses Verhältniss näher zu untersuchen. Messungen am Lebenden sind von Ecker, *Archiv für Anthropologie*, 1875, Bd. VIII, S. 67, von Grüning, *ebenda*, 1886, Bd. XVI, S. 511 und Anderen ausgeführt worden.

Die Messungen am Lebenden bringen aber den Uebelstand mit sich, dass die Längen der einzelnen Abschnitte sich nicht mit der gehörigen Genauigkeit bestimmen lassen. Das Umziehen der Fingercontouren mittels eines Stiftes schliesst zwar manche Fehler aus, wenn man den Virchow'-

Digitized by Google

schen Stift benutzt, der nach Art eines Kathetometers senkrecht um den Finger geführt wird; jedoch vermag man auch damit nicht einmal die relative Länge der Finger untereinander festzustellen, da die Richtung der einzelnen Metacarpalknochen durch die Weichtheile der Hand so verdeckt ist, dass sie sich an der unverletzten Hand nicht genau bestimmen lässt.

Bei der Betrachtung einer Reihe von praeparirten Händen zeigte sich, dass die Adduction und Abduction des Zeigefingers an den Händen Erwachsener eine solche Beschränkung findet, dass der Index nur soweit adducirt werden kann, d. h. sich nur soweit in radialer Flexion verschieben lässt, bis er sich in gleiche Richtung mit der Längsaxe des zugehörigen Metacarpus stellt, was bei den übrigen Fingern nicht der Fall ist; ferner, dass sämmtliche Finger Erwachsener bei der Ruhelage eine Abductionsstellung (Ulnarflexion) einnehmen, eine habituelle Stellung, die mit dem Alter zunimmt. Es ist dies eine Folge der schiefen Richtung der Flexoren, welche an Masse die Strecker bedeutend überwiegen, also eine Folge der Bewegungen, wie sie beim Griffe ausgeführt werden. Will man also am Lebenden ein Urtheil gewinnen über die relative Prominenz des zweiten Fingers zum dritten und vierten, so würde man davon ausgehen müssen, bei einer flach auf eine Ebene aufgelegten Hand zunächst den Zeigefinger in die Grenzstellung der Abduction (Radialflexion) zu bringen und an ihn die übrigen Finger heranzuschieben. Erst dann liesse sich die relative Prominenz der einzelnen Finger ungefähr beurtheilen. Genau ist aber auch ein so gefundenes Resultat nicht, weil dabei die übrigen Finger aus ihrer Normalstellung zu den Metacarpalknochen verschoben werden.

Es bleibt nichts übrig, als die Messungen an praeparirten Händen vorzunehmen, da an skelettirten Händen leicht Verwechselungen der einzelnen Phalangen vorkommen. Erst dadurch wird eine sichere Grundlage gewonnen.

Mit Benutzung der schon in Ludwig's *Festschrift* (Braune, Etwas von der Form der menschlichen Hand und des menschlichen Fusses in Natur und Kunst, Leipzig 1886) gegebenen Zahlenreihen sollen hier unter Hinzufügung weiterer Messungen Tabellen vorgelegt werden, aus denen die Längen der Metacarpusknochen und Phalangenglieder in ihren Verhältnissen zu einander berechnet sind.

Die Messungen der Phalangen machten durchaus keine Schwierigkeit, dagegen erforderte die verschiedene Richtung der Basen an den Metacarpalknochen eine besondere Berücksichtigung. Die Messung ward in der Weise vorgenommen, dass die Länge des Metacarpalknochens von der Mitte der Basisfläche, auf welcher der Knochen steht, bis zum Scheitelpunkt des Köpfchens gemessen wurde.

Digitized by Google

	Nummer	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3	Summe von Metacarpus und Phalangen	Summe der Phalangen allein
männlich rechts	1	1	42·5	28	21·5	—	92	49·5
		2	61·5	38·5	23·5	16·5	140	78·5
		3	59·5	44·5	30	18	152	92·5
		4	49	40·5	28·5	18·5	136·5	87·5
		5	44	31·5	17·5	17	110	66
männlich rechts	2	1	51	34	23	—	108	57
		2	71·5	41	28·5	19·5	160·5	89
		3	66·5	44·5	33	18·5	162·5	96
		4	59·5	41·5	30	18	149	89·5
		5	56	34	23	18·5	131·5	75·5
männlich rechts	3	1	42	30	23·5	—	95·5	53·5
		2	62·4	40	25	18·5	146	83·5
		3	60	41·5	29·5	18	149	89
		4	52	39	27	20·5	138·5	86·5
		5	47·5	31·5	19	18·5	116·5	69
männlich rechts	4	1	48·5	31.5	23	÷	103	54·5
		2	68	42·5	29	23	162·5	94·5
		3	60	47·5	31·5	21	160	100
		4	58·5	44·5	31	22	156	97·5
		5	45	35·5	22·5	19·5	131·5	77·5
männlich rechts	5	1	45	29·5	22	—	96·5	51·5
		2	63·5	40·5	25·5	17·5	147	83·5
		3	63·5	45·5	31·5	17	157	93·5
		4	55	41·5	29	17	142·5	87·5
		5	51	31·5	19·5	16·5	118·5	67·5
männlich rechts	6	1	48·5	33·5	23	—	105	56·5
		2	70	45·5	27	19·5	162	92
		3	68·5	49·5	35	18	171	102·5
		4	53·5	47	33·5	20·5	154·5	101
		5	54·5	38	22·5	18	133	78·5
männlich rechts	7	1	54	36	25·5	—	115·5	61·5
		2	69·5	45·5	28·5	20·5	164	94·5
		3	63·5	51·5	36	22	173	109·5
		4	60·5	48·5	35·5	22·5	167	106·5
		5	55·5	39·5	29	22	146	90·5
männlich rechts	8	1	48·5	34·5	23	—	106	57·5
		2	69·5	42	26	19	156·5	87
		3	69	49·5	31·5	19·5	169·5	100·5
		4	58·5	47	31	20·5	157	98·5
		5	52·5	36·5	23	19	131	78·5

Digitized by Google

	Nummer	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3	Summe von Metacarpus und Phalangen	Summe der Phalangen allein
männlich rechts	9	1	45·5	29·5	23	—	98	52·5
		2	67	42	26	19·5	154·5	87·5
		3	64	47	31·5	21	163·5	99·5
		4	55	45·5	32	22·5	155	100
		5	50·5	37·5	22·5	20·5	131	80·5
männlich rechts	10	1	52	33·5	24	—	109·5	57·5
		2	72	45	30	21	168	96
		3	70	51	35·5	21	177·5	107·5
		4	63·5	46·5	34	21	165	101·5
		5	59	36·5	22	20·5	138	79
männlich rechts	11	1	48	31·5	25	—	104·5	56·5
		2	69·5	44	25·5	21	160	90·5
		3	66·5	48·5	31·5	22	168·5	102
		4	62·5	45	29	21	157·5	95
		5	59	35·5	19·5	19·5	133·5	74·5
männlich rechts	12	1	51·5	32	24	—	107·5	56
		2	70·5	41	27	18	156·5	86
		3	71·5	45·5	32·5	18·5	168	96·5
		4	62·5	43·5	30·5	20	156·5	94
		5	58·5	34·5	23	19	135	76·5
männlich rechts	13	1	45·5	29·5	25·5	—	100·5	55
		2	69·5	42	24·5	19	155	85·5
		3	66	45	31	20	162	96
		4	57·5	43·5	29·5	19·5	150	92·5
		5	50	34	21·5	18	123·5	73·5
männlich rechts	14	1	51·5	32	25	—	108·5	57
		2	67	41	24	18·5	150·5	83·5
		3	66	47	29·5	20·5	163	97
		4	57·5	43·5	29	22	152	94·5
		5	54·5	36	21	18	129·5	75
männlich rechts	15	1	47·5	31·5	21·5	—	100·5	53
		2	69·5	41	26	18·5	155	85·5
		3	66	45	29·5	20	160·5	94·5
		4	59	44	29·5	19	151·5	92·5
		5	56	35	20	19	130	74
männlich rechts	16	1	45	32·5	22·5	—	100	55
		2	62·5	40·5	26	20	149	86·5
		3	63	46	31	19.5	159·5	96·5
		4	57	43	29	20	149	92
		5	53	35·5	21·5	20	130	77

Digitized by Google

	Nummer	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3	Summe von Metacarpus und Phalangen	Summe der Phalangen allein	
männlich rechts	17	1	44	30	21	—	95	51	
		2	67	38·5	25	20	150·5	83·5	
		3	62	44	30	19	155	93	
		4	55·5	40·5	27·5	18·5	142	86·5	
		5	51·5	33	18·5	18	121	69·5	
männlich links	18	1	30·5	20·5	15	—	66	35·5	Knabe v. 8 Jahren
		2	44	26·5	15·5	12	98	54	
		3	43·5	29·5	19	12·5	104·5	61	
		4	37·5	26·5	18	13	95	57·5	
		5	34	20	12·5	10	76·5	42·5	
männlich links	19	1	49·5	31·5	23·5	—	104·5	55	
		2	65·5	41	25·5	22·5	154·5	89	
		3	66·5	45·5	32	20·5	164·5	98	
		4	56.5	45	31·5	21·5	154·5	98	
		5	49·5	37	21·5	19	127	77·5	
männlich links	20	1	54	32·5	23	—	109·5	55·5	
		2	72·5	53	25	18·5	169	96·5	
		3	71·5	51	33	20·5	176	104·5	
		4	62·5	48·5	31	21	163	100·5	
		5	57	37	20	19	133	76	
männlich links	21	1	50·5	32	24	—	106·5	56	
		2	68·5	44	25	20	157·5	89	
		3	66·5	47·5	29·5	21	164·5	98	
		4	58·5	46	30	21	155·5	97	
		5	53	33·5	20	19	125·5	72·5	
männlich links	22	1	47·5	32·5	23	—	103	55·5	
		2	67	40	25	19	151	84	
		3	65	46	29·5	19·5	160	95	
		4	57·5	47	27·5	19	151	93·5	
		5	53·5	34	21	17·5	126	72·5	
männlich links	23	1	47	30·5	23	—	100·5	53·5	
		2	69	41	25·5	18·5	154	85	
		3	67	49	33·5	20	169·5	102·5	
		4	60	43	31	21·5	155·5	95·5	
		5	55·5	34	19·5	18	127	71·5	
männlich links	24	1	50	34·5	25·5	—	110	60	
		2	73·5	46	29	19	167·5	94	
		3	67	52·5	35·5	18·5	173·5	106·5	
		4	58·5	50	32	18	158·5	100	
		5	58·5	37·5	22·5	18·5	137	78·5	

Digitized by Google

	Nummer	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3	Summe von Metacarpus und Phalangen	Summe der Phalangen allein
weiblich rechts	25	1	45·5	28·5	19·5	—	93·5	48
		2	62	40·5	22·5	17·5	142·5	80·5
		3	62	45	32·5	19	158·5	96·5
		4	52	39·5	25·5	19·5	136·5	84·5
		5	49	30·5	18·5	16·5	114·5	65·5
weiblich rechts	26	1	46·5	30	22	—	98·5	52
		2	65	42·5	24	17·5	149	84
		3	64	46	29	18·5	157·5	93·5
		4	55·5	42	29	19·5	146	90·5
		5	51	35	20·5	17·5	124	73
weiblich rechts	27	1	46	30·5	22·5	—	99	53
		2	62·5	39·5	26	19·5	147·5	85
		3	61·5	45·5	34·5	21	162·5	101
		4	54	43	31·5	21·5	150	96
		5	48·5	32	22·5	19·5	122·5	74
weiblich rechts	28	1	35·5	24·5	14	—	74	38·5
		2	48·5	31	20	15·5	115	66·5
		3	46	34·5	23·5	15	119	73
		4	41·5	33	23·5	15·5	113·5	72
		5	39·5	26·5	15	13·5	94·5	55
weiblich rechts	29	1	42·5	28·5	25	—	96	53·5
		2	61	38·5	25	17	141·5	80·5
		3	61	43·5	29	16·5	150	89
		4	53·5	42	29·5	18·5	143·5	90
		5	50	33	21	16	120	70
weiblich rechts	30	1	41·5	25·5	17·5	—	84·5	43
		2	58	35	20·5	13·5	127	69
		3	56·5	38·5	23·5	14	132·5	76
		4	51	36	22·5	15·5	125	74
		5	46·5	29	14·5	14	104	57·5
weiblich rechts	31	1	42·5	27·5	22·5	—	92·5	50
		2	58	38	23·5	17·5	137	79
		3	54	40·5	30	19	143·5	89·5
		4	49	39·5	27·5	19	135	86
		5	45	31·5	18	17·5	112	67
weiblich rechts	32	1	42	28·5	20	—	90·5	48·5
		2	55	39	23	17	134	79
		3	51·5	42·5	29	17·5	140·5	89
		4	44·5	39·5	27·5	18	129·5	85
		5	43·5	31·5	19	17	111	67·5

Digitized by Google

	Nummer	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3	Summe von Metacarpus und Phalangen	Summe der Phalangen allein
weiblich rechts	33	1	30·5	20	15	—	65·5	35
		2	43·5	26·5	15·5	12	97·5	54
		3	43	29	18·5	13	103·5	60·5
		4	37·5	26·5	18	13	95	57·5
		5	34	20·5	12·5	10	77	43
weiblich rechts	34	1	47	30	25	—	102	55
		2	68	39	23·5	18·5	149	81
		3	65	43·5	29	20·5	158	93
		4	58	41·5	27	19·5	146	88
		5	54	30·5	15·5	16·5	116·5	62·5
weiblich links	35	1	36·5	23	13·5	—	73	36·5
		2	47	31	19	14·5	111·5	64·5
		3	44·5	35	23·5	15·5	118·5	74
		4	42	31·5	23	15·5	112	70
		5	38	25	13	13·5	89·5	51·5
weiblich links	36	1	42·5	26	18·5	—	87	44·5
		2	58·5	34·5	20	14	127	68·5
		3	57	38	24	14·5	133·5	76·5
		4	50	36·5	23·5	16	126	76
		5	46	28	14·5	14	102·5	56·5
weiblich links	37	1	42	27	22·5	—	91·5	49·5
		2	55	38	22·5	17	132·5	77·5
		3	52·5	41·5	28	20	142	89·5
		4	48	38·5	27	20	133·5	85·5
		5	44	31·5	18	17·5	111	67
weiblich links	38	1	42·5	26	20	—	88·5	46
		2	55	38·5	22·5	16·5	132·5	77·5
		3	53·5	41	28	17	139·5	86
		4	46·5	39	26·5	18	130	83·5
		5	43	31	19	17	110	67
weiblich links	39	1	42·5	26·5	17·5	—	86·5	44
		2	61.5	38	22·5	15	137	75·5
		3	60	42	27	16	145	85
		4	52	39	27	17·5	135·5	83·5
		5	49·5	30	18	17	114·5	65
weiblich links	40	1	42·5	25·5	18	—	86	43·5
		2	58	33·5	20	15	126·5	68·5
		3	56	38	25	16·5	135·5	79·5
		4	50·5	36	24·5	16	127	76·5
		5	48	28	18	15	109	61

Digitized by Google

Die Maasse sind sämmtlich in Millimetern ausgedrückt.

Die Individuen, an denen gemessen wurde, stammen vom Leipziger Praeparirsaal, der Leipziger Sammlung und der Halle'schen Sammlung, welche uns durch die Güte des Hrn. Welcker zugänglich gemacht wurde. Das Alter der Individuen war nicht festzustellen. Es waren sämmtlich Erwachsene mit Ausnahme von Fall 18 (8jähriger Knabe).

Stellt man zunächst die Frage nach der grösseren Prominenz des Index über den vierten Finger, so kann dieselbe nur dann sicher beantwortet werden, wenn man eine Linie zieht, die die Mitten beider Basen des zweiten und vierten Metacarpusknochen mit einander verbindet, und wenn man dann beide Fingersysteme genau senkrecht auf diese Basallinie einstellt, so dass also in allen Gliedern ohne jede Winkelbildung in den Gelenken beide Fingersysteme parallel zu einander gerichtet sind. Es ist kaum glaublich, wie gross die Längenunterschiede der Finger gegen einander erscheinen, selbst bei nur sehr geringer Abduction und Adductionsbewegung.

Unter Länge der Finger ist hierbei die Summe der Metacarpusknochen und Phalangen verstanden.

Unter den 40 Fällen war 26 Mal das System des Zeigefingers plus Metacarpus länger, als das System des vierten, vier Mal gleich und zehn Mal war das System des vierten plus Metacarpus länger, als das des zweiten plus Metacarpus.

Vergleicht man die Länge der Metacarpusknochen zu einander, so ist mit Ausnahme zweier Fälle (Nr. 16 und 19) der Metacarpus des Zeigefingers der längste; in Fall Nr. 16 war er um $^1/_2$ mm in Fall 19 um 1 mm kürzer als der Metacarpus des dritten Fingers. In drei Fällen, Nr. 5, 25 und 29, waren beide gleich. Als Regel kann ferner gelten, dass der Länge nach sich an den zweiten anschliessen der dritte, vierte und fünfte, und dass der Metacarpus des Daumen der kürzeste ist. Nur in einem Falle, nämlich Nr. 4, war der Metacarpus des Daumen $2^1/_2$ mm länger als der fünfte, und in einem Falle, Nr. 19, hatte der Daumenmetacarpus gleiche Länge mit dem fünften. Nur in einem Falle war der fünfte Metacarpus länger als der vierte, nämlich um 1 mm in Nr. 6, und in einem Falle waren beide gleich, in Nr. 24.

Vergleicht man die Phalangenreihen unter einander, so ist die Phalangenreihe am längsten beim dritten Finger; nur in Fall 9 war die des vierten um $^1/_2$ mm, in Fall 21 um 1 mm länger als die des dritten und im Fall 19

Digitized by Google

zug auf ihre Länge, so ist die Grundphalange des dritten in weitaus der Mehrzahl der Fälle die längste, und zwar ist die Reihenfolge der Längen der Grundphalangen dieselbe wie bei der Summe der Phalangen, nämlich die, dass auf den dritten an Länge der vierte, zweite, fünfte, erste Finger folgt. Nur in sieben Fällen fanden kleine Abweichungen von dieser Regel statt. In zwei von den sieben fand Gleichheit zweier benachbarter Phalangen statt.

Die Längen der Mittelphalangen und die des Nagelgliedes vom Daumen verhielten sich so zu einander, dass mit Ausnahme von acht Fällen, in denen geringe Abweichungen stattfanden, folgende Reihenfolge auftrat: dritter, vierter, zweiter, erster, fünfter Finger.

Die Längen der Nagelglieder kommen nicht in Betracht, weil hier zu viele durch locale Einflüsse bedingte Variationen auftreten.

Auf der folgenden Tabelle I sind die Mittel der Zahlen gezogen und zwar so, dass man die Verhältnisse der rechten und linken Hand gesondert übersehen kann, und dass ferner auch die Zahlen nach dem Geschlecht gesondert sind.

17 Messungen lagen vor an der rechten männlichen Hand, 6 Mal handelte es sich um die linke Hand beim Manne; 10 Mal wurde die rechte Hand, 6 Mal die linke Hand von Frauen gemessen.

Der Deutlichkeit halber ist die Division, aus der die Mittelzahl gewonnen wurde, mit angesetzt worden.

Tabelle I.

Absolute Längen der Fingerglieder.

	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3
h rechts (Nr. 1 bis 17)	1	$\frac{810 \cdot 5}{17} = 47 \cdot 7$	$\frac{539}{17} = 31 \cdot 7$	$\frac{396}{17} = 23 \cdot 3$	— —
	2	$\frac{1150 \cdot 5}{17} = 67 \cdot 6$	$\frac{710 \cdot 5}{17} = 41 \cdot 8$	$\frac{447}{17} = 26 \cdot 3$	$\frac{329 \cdot 5}{17} = 19 \cdot 4$
	3	$\frac{1105 \cdot 5}{17} = 65$	$\frac{793}{17} = 46 \cdot 6$	$\frac{540}{17} = 31 \cdot 8$	$\frac{333 \cdot 5}{17} = 19 \cdot 6$
	4	$\frac{976 \cdot 5}{17} = 57 \cdot 4$	$\frac{744 \cdot 5}{17} = 43 \cdot 8$	$\frac{515 \cdot 5}{17} = 30 \cdot 3$	$\frac{343}{17} = 20 \cdot 2$

Digitized by Google

(Tabelle I. Fortsetzung.)

	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3
männlich links (Nr. 19 bis 24.) Nr. 18 wurde weggelassen.[1]	1	$\frac{298 \cdot 5}{6} = 49 \cdot 7$	$\frac{193 \cdot 5}{6} = 32 \cdot 2$	$\frac{142}{6} = 23 \cdot 7$	— —
	2	$\frac{416}{6} = 69 \cdot 3$	$\frac{265}{6} = 44 \cdot 2$	$\frac{155}{6} = 25 \cdot 8$	$\frac{117 \cdot 5}{6} = 19 \cdot 6$
	3	$\frac{403 \cdot 5}{6} = 67 \cdot 2$	$\frac{291 \cdot 5}{6} = 48 \cdot 6$	$\frac{193}{6} = 32 \cdot 2$	$\frac{120}{6} = 20$
	4	$\frac{353 \cdot 5}{6} = 58 \cdot 9$	$\frac{279 \cdot 5}{6} = 46 \cdot 6$	$\frac{183}{6} = 30 \cdot 5$	$\frac{122}{6} = 20 \cdot 3$
	5	$\frac{327}{6} = 54 \cdot 5$	$\frac{213}{6} = 35 \cdot 5$	$\frac{124 \cdot 5}{6} = 20 \cdot 7$	$\frac{111}{6} = 18 \cdot 5$
weiblich rechts (Nr. 25 bis 34)	1	$\frac{419 \cdot 5}{10} = 41 \cdot 9$	$\frac{273 \cdot 5}{10} = 27 \cdot 3$	$\frac{203}{10} = 20 \cdot 3$	— —
	2	$\frac{581 \cdot 5}{10} = 58 \cdot 1$	$\frac{369 \cdot 5}{10} = 36 \cdot 9$	$\frac{223 \cdot 5}{10} = 22 \cdot 3$	$\frac{165 \cdot 5}{10} = 16 \cdot 5$
	3	$\frac{564 \cdot 5}{10} = 56 \cdot 4$	$\frac{408 \cdot 5}{10} = 40 \cdot 8$	$\frac{178 \cdot 5}{10} = 27 \cdot 8$	$\frac{174}{10} = 17 \cdot 4$
	4	$\frac{496 \cdot 5}{10} = 49 \cdot 6$	$\frac{382 \cdot 5}{10} = 38 \cdot 2$	$\frac{261 \cdot 5}{10} = 26 \cdot 1$	$\frac{179 \cdot 5}{10} = 17 \cdot 9$
	5	$\frac{461}{10} = 46 \cdot 1$	$\frac{300}{10} = 30 \cdot 0$	$\frac{177}{10} = 17 \cdot 7$	$\frac{158}{10} = 15 \cdot 8$
weiblich links (Nr. 35 bis 40)	1	$\frac{248 \cdot 5}{6} = 41 \cdot 4$	$\frac{154}{6} = 25 \cdot 7$	$\frac{110}{6} = 18 \cdot 3$	— —
	2	$\frac{335}{6} = 55 \cdot 8$	$\frac{213 \cdot 5}{6} = 35 \cdot 6$	$\frac{126 \cdot 5}{6} = 21 \cdot 1$	$\frac{92}{6} = 15 \cdot 3$
	3	$\frac{323 \cdot 5}{6} = 53 \cdot 9$	$\frac{235 \cdot 5}{6} = 39 \cdot 2$	$\frac{155 \cdot 5}{6} = 25 \cdot 9$	$\frac{99 \cdot 5}{6} = 16 \cdot 6$
	4	$\frac{289}{6} = 48 \cdot 2$	$\frac{220 \cdot 5}{6} = 36 \cdot 7$	$\frac{151 \cdot 5}{6} = 25 \cdot 2$	$\frac{103}{6} = 17 \cdot 2$
	5	$\frac{268 \cdot 5}{6} = 44 \cdot 7$	$\frac{173 \cdot 5}{6} = 28 \cdot 9$	$\frac{100 \cdot 5}{6} = 16 \cdot 7$	$\frac{94}{6} = 15 \cdot 7$

Die Längen der einzelnen Glieder geben folgendes Verhältniss zu einander, wenn man die Summe der Phalangen plus zugehörigem Metacarpusknochen durchweg gleich 100 setzt.

[1] Diese Nummer wurde weggelassen, weil die Hand von einem achtjährigen Knaben stammte, dessen Handgliedergrössen keinen Vergleich mit den anderen zulassen.

Digitized by Google

Tabelle II.

Relative Längen der Fingerglieder incl. Metacarpus in Procenten.

	Finger	Metacarpus	Phalanx 1	Phalanx 2	Phalanx 3
männlich rechts (Nr. 1 bis 17)	1	46·5	30·9	22·6	—
	2	43·6	26·9	17·0	12·5
	3	39·9	28·6	19·5	12
	4	37·8	28·9	20·0	13·3
	5	41·2	27·3	16·8	14·7
männlich links (Nr. 19 bis 24)	1	47·1	30·5	22·4	—
	2	43·6	27·8	16·2	12·4
	3	40·0	28·9	19·2	11·9
	4	37·7	29·8	19·5	13
	5	42·2	27·5	16·0	14·3
weiblich rechts (Nr. 25 bis 34)	1	46·8	30·5	22·7	—
	2	43·4	27·6	16·7	12·3
	3	39·6	28·7	19·5	12·2
	4	37·6	29	19·8	13·6
	5	42·0	27·4	16·2	14·4
weiblich links (Nr. 35 bis 40)	1	48·5	30·1	21·4	—
	2	43·7	27·8	16·5	12
	3	39·7	28·9	19·1	12·3
	4	37·9	28·8	19·8	13·5
	5	42·2	27·3	15·7	14·8

Betrachtet man die Tabellen, so können dieselben nicht verwerthet werden, um die Verhältnisse an der rechten Hand mit denen an der linken zu vergleichen, erstens weil die verschiedenen Hände von verschiedenen Individuen stammen, und zweitens, weil nicht eben so viel rechte Hände wie linke genommen wurden und auch die Beobachtungsreihen nicht gross genug sind; eben so wenig können die sexuellen Unterschiede hier Berücksichtigung finden. Die Trennung nach dem Geschlecht wurde nur beibehalten, um die Benutzung der Tabellen späteren Untersuchern zu erleichtern. Vergleicht man die einzelnen Werthe miteinander, so ergiebt sich ein auffallend constantes Verhältniss. Die Länge des ersten Metacarpus verhält sich zu den Längen der beiden Phalangen am Daumen (abgerundet) wie 47 : 31 : 22.

	Metacarp.	1. Ph.	2. Ph.	3. Ph.
Am zweiten Finger, wie	44	27	17	12
„ dritten „ „	40	29	19	12
„ vierten „ „	38	29	20	13
„ fünften „ „	42	27	16	15

Digitized by Google

Vergleicht man diese Werthe mit den Langer'schen Angaben, 8 : 5 : 3 : 2 für den dritten Metacarpus, oder in Procenten ausgedrückt 44 : 28 : 17 : 11, so darf es nicht Wunder nehmen, dass die Zahlen nicht übereinstimmen, weil Langer die Entfernung der Gelenkaxen gemessen hat, nicht die eigentlichen Gliederlängen. Es ergiebt sich aber doch eine ungefähre Uebereinstimmung, die sich kurz dahin ausdrücken lässt, dass die Summe der Längen der beiden distalen Phalangen etwas grösser ist, als die Länge der Grundphalange, sodass bei Krümmung der Finger in den Interphalangalgelenken, wobei am Ende der Flexion die Finger zusammen einen breiten Haken bilden, die Spitzen der Finger nahezu in einer geraden Linie zu liegen kommen, ziemlich in der Höhe der Metacarpalphalangalgelenke. Und zwar wird diese gleiche Höhe der Finger dadurch bedingt, dass der Kugelwölbung der Hand entsprechend die Finger verschiedene Längen besitzen. Da ferner die Finger in der Summe ihrer Phalangen etwa um die Länge der Endphalangen die Länge der Metacarpalknochen übertreffen, weil die Summe der zwei Proximalphalangen etwas grösser ist, als die Länge der Metacarpusknochen, so lagern sich beim kräftigen Ballen der Faust die Fingerspitzen nahezu in einer Linie auf die Stelle der Hohlhand, welche den Basen der Metacarpusknochen entspricht.

Für den zweiten Finger sind die Längenverhältnisse äusserst frappant. Hier trifft fast genau das ein, was Langer dem dritten Finger zuertheilt, nämlich dass die Grundphalange dieselbe Länge besitzt wie die beiden übrigen zusammengenommen und mit der Nachbarphalange die Länge des Metacarpusknochen ergiebt.

Am dritten Finger übertrifft die Länge der Grundphalangen und Nachbarphalangen zusammen die Länge des Metacarpus und ebenso ist die Länge der Grundphalangen geringer, als die Summe der beiden übrigen Phalangen. Am vierten Finger ist diese Abweichung von dem Langer'schen Verhältniss noch grösser, während der fünfte Finger sich wieder den Verhältnissen des zweiten nähert. Der dritte Metacarpus ist etwas kleiner wie der zweite, während seine Phalangen mehr Länge haben. Der vierte Metacarpus ist beträchtlich kürzer, während seine Phalangenreihe länger wie die des zweiten und nur weniges kürzer wie die des dritten ist. Dadurch wird die Differenz von den Verhältnissen am zweiten Finger noch grösser, während am fünften durch die starke Abnahme der Phalangen-

Digitized by Google

Ueber Gesichtsasymmetrien.

Von

C. Hasse.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

(Hierzu Taf. IX.)

In einem Aufsatze: „Glossen zur Venus von Melos“ [1] ist Henke einmal meiner Ergänzung der Statue, dann aber auch meinem Ausspruche, dass die Venus von Milo in den wesentlichen Verhältnissen anatomisch vollkommen richtig sei, und dass die Peinlichkeit und Genauigkeit in der Ausführung der Statue nicht genug hervorgehoben werden könne, entgegengetreten. Ich werde bei anderer Gelegenheit Veranlassung haben, die mancherlei richtigen, sowie die unrichtigen Bemerkungen Henke's darzulegen, dies Mal will ich nur einen Punkt hervorheben und ausführlich behandeln, auf welchen Henke mir gegenüber selbst den grössten Werth legt, und wodurch er meine anatomische Auffassung der Statue vollkommen widerlegt zu haben glaubt. Darnach wird man meines Erachtens ermessen können, welches Vertrauen seinen übrigen auf anatomischem Boden erwachsenen Anschauungen und Ausführungen über diese berühmte Statue gebührt.

Henke sagt: „Das erste und Unerlässlichste an einem richtigen normalen menschlichen Körper ist doch die Symmetrie seiner Theile und vor Allem die des Gesichts. Das Gesicht der Venus von Melos ist auffallend schief.“ Ferner am Schluss des Aufsatzes: „Ich möchte rathen, bevor über ein einzelnes Werk abgeurtheilt wird, doch noch viel näher zu untersuchen, in welchem Umfange dergleichen Abweichungen von strenger Genauigkeit

[1] *Zeitschrift für bildende Kunst.* 1886. Bd. XXI.

Digitized by Google

der Form noch sonst an Werken vorkommen, bei denen die ganze Behandlung des Körpers trotzdem einen sehr natürlichen Effect macht. Bei lebenden Menschen kommen sie auch vor, aber man wird sie ohne Zweifel auch da als Abnormitäten betrachten."

Es ist ein eigen Ding mit diesen Behauptungen und den weiteren Ausführungen, und wenn man sie einem Künstler- oder kunstsinnigen Laienpublikum gegenüber allenfalls begreifen kann, so sind sie doch in dieser Schärfe hingestellt nicht zu entschuldigen, weil sie eben falsch sind und vor unserem bisherigen anatomischen Wissen nicht Stand halten. Henke weiss als Anatom unzweifelhaft recht gut, dass einer der wichtigsten formgebenden Theile des Körpers, die Wirbelsäule, im Brusttheil stets eine Abweichung von der Symmetrieebene zeigt, er weiss ferner genau, dass rechte und linke Körperhälfte an Masse ungleich entwickelt sind, weiss endlich, dass normaler Weise die Nase immer eine wenn auch noch so geringe Abweichung zur Seite darbietet; ja ihm werden auch die Angaben bekannt sein, dass die beiden Brustwarzen niemals in gleicher Höhe und in gleicher Entfernung von der Mittellinie des Körpers sich befinden, und dennoch zieht er über dieses anatomische Wissen einen Strich, erklärt sie leichten Herzens als Abnormitäten und räth somit den Künstlern, wollen diese etwas Vollendetes schaffen, sich streng an die Symmetrie der Theile zu halten.

Ist nun die vollkommene Symmetrie der äusseren Formen des menschlichen Körpers an verschiedenen Stellen normal niemals vorhanden, so kann auch ein Bildwerk niemals einen natürlichen und damit befriedigenden Eindruck hinterlassen, wenn dasselbe überall die Symmetrie zur Schau trägt. Immer wiederkehrende Abweichungen von derselben müssen, freilich immer nur innerhalb der Minimalgrössen, in jedem Bildwerk dargestellt werden und ganz besonders dann, wenn es sich um einen den Ausdruck und Eindruck beherrschenden Körperabschnitt, um den Kopf und seine Theile handelt.

Als Hauptargument gegen meine Auffassung der Venus von Milo als eine der Natur vollkommen entsprechende und streng nach einem vollendeten Modell anatomisch richtig gearbeiteten Statue führt also Henke die von ihm entdeckte Asymmetrie des Gesichtes an, welche er auch an den Niobidenköpfen gefunden hat. Es erscheint ihm als etwas der Natur Widersprechendes, dass die linke Gesichtshälfte breiter ist, dass die Nase stark nach links hin abweicht, und dass das linke Ohr höher steht als das rechte.

Wie verhält es sich nun mit der Richtigkeit der Angaben? Ich habe dieselben in folgender Weise geprüft:

Ich habe einen dem Original entnommenen Abguss des Kopfes mit den Nähten hinter ein Drahtgitter, dessen Maschen 2 □cm betrugen und

Digitized by Google

dessen Fäden mittels Libelle genau in wagrechten und senkrechten Ebenen eingestellt waren, in folgender Weise aufgestellt: die durch Farbe besonders hervorgehobene, mittlere Senkrechte überschritt die Mitte des Kinns und die Oberlippengrube, die Abstände der Ohröffnungen von dem Drahtgitter wurden gleich genommen und dem Kopf eine Neigung, welche genau der natürlichen geraden Haltung entspricht, gegeben. In dieser Stellung wurde der Kopf in 10 Meter Abstand mittels eines Aplanates von 45 cm F photographirt und dabei betrugen die Verzerrungen am Rande nur 1 mm; die Photographie wurde auf natürliche Grösse gebracht.

Bei diesem Verfahren stellte sich nun heraus, dass die Henke'schen Beobachtungen vollkommen richtig, allein durchaus nicht erschöpfend sind. Die Asymmetrien sind zahlreicher, und es wurde somit dadurch der Vorwurf der Unnatürlichkeit, den Henke der Statue macht, verstärkt. Der Befund ist einfach folgender und leicht an der Abbildung zu controlliren:

Der ganze unterhalb der Nase gelegene Gesichtsabschnitt, Mund, Lippen und Kinn, ist streng symmetrisch, der ganze oberhalb dieser Grenze gelegene Kopftheil ist asymmetrisch. Die Nase ist nicht allein nach links verschoben, die mittlere Senkrechte geht links vom Haarscheitel vorüber, wie das auch Fig. 3 der Henke'schen Abbildung zeigt. Das linke Ohr steht höher, als das rechte, und die linke Schädelhälfte ist breiter wie die rechte, ausserdem aber erscheint eine bemerkenswerthe Asymmetrie der für den seelischen Ausdruck so überaus wichtigen Augengegend, die linke Augengegend steht höher, als die rechte; ausserdem aber ist jene der Medianebene mehr genähert, als diese.

Es erscheint mir überaus wichtig, wo es möglich ist, genaue Maassangaben über die bezüglichen Abweichungen zu machen und dieselben, da die Statue etwa ein Drittel über Lebensgrösse ist, auf natürliche Grösse zu reduciren.

Die seitliche Abweichung der Nase nach links beträgt 7 mm, also reducirt pp. 5 mm.

Die Mitte der Ohrecke steht links 6 mm, also reducirt höher 4 mm.

Der äusserste Punkt der linken Schädelhälfte liegt 7 mm weiter seitwärts, also reducirt pp. 5 mm.

Der linke Augenbrauenrand steht am höchsten Punkte 3 mm höher, also 2 mm.

Der tiefste Punkt des linken unteren Lidrandes liegt 2 mm höher, also 1·5 mm.

Der innerste Theil des linken inneren Augenwinkels steht der Mittellinie 4·5 mm näher, also 3·5 mm.

Erheben diese Zahlen auch auf mathematische Genauigkeit keinen Anspruch, so entfernen sie sich doch nur unwesentlich von der Wirklichkeit

Digitized by Google

und geben jedenfalls ein klares Bild. Der grösste Unterschied zwischen rechts und links auf mittlere menschliche Körpergrösse berechnet, beträgt demnach an der Statue $^1/_2$ cm.

Anlässlich ganz anderer Untersuchungen auf die mittels photographischer Methoden festgestellten, ungemein zahlreichen und wichtigen Asymmetrien des Rumpfes aufmerksam geworden, legte ich mir naturgemäss die Frage vor, wie weit zeigen sich solche Abweichungen im Bereiche des Kopfes schöner, gut und regelmässig gebauter Personen. Da mir ein ausgezeichnetes Material zu Gebote stand, so zögerte ich nicht, diese Frage zu beantworten. Es geschah genau in derselben Weise, wie bei dem Kopfe der Venus von Milo. Ich verwandte einen männlichen und einen weiblichen Kopf, sowie einen aus dem grossen Vorrath der Anatomie ausgesuchten, schön gebildeten, regelmässigen Schädel. Allen wurde die gerade, aufrechte Haltung gegeben. Die Resultate wurden dann durch weitere Beobachtungen an Köpfen lebender Menschen controllirt und ausserdem ausgezeichnete Darstellungen menschlicher Racenköpfe in entsprechender Stellung verglichen.

Es war mir dabei eine innige Freude zu sehen, mit welcher Genauigkeit, ihm selber unbewusst, ein vollendeter Meister der Natur nacharbeitet, mit wie scharfem Blick er die sich immer wiederholenden Eigenthümlichkeiten der Form und die Abweichungen von der Symmetrie auffasst und dieselben mit einer Genauigkeit wiedergiebt, welche das unverhohlene Erstaunen erweckt. Das Talent der Wiedergabe der vollkommenen Natur muss aber auch auf einem bis auf Millimeter geschärften Sinn für Formverhältnisse beruhen. Die feinere Modellirung eines Kunstwerkes ist bei einem Künstler niemals das Product der Anwendung von Zirkel, Richtscheit und Maassstab, sondern das Product des Formbildes oder der Formbilder, welche der Künstler, ihm selber unbewusst, mit Hülfe seines Auges in sich aufgenommen und festgehalten hat. Dabei ist es begreiflich, dass, wenn Maass und Zahl keine Anwendung finden, der wahre Künstler und Kunstverständige dennoch die feine und genaue Wiedergabe der natürlichen Verhältnisse oder Abweichungen von ihnen mit Recht rühmen oder tadeln darf, obgleich er nicht angeben kann, wie sich die Maasse und Zahlenverhältnisse im Einzelnen stellen, oder wie gross in Zahlen ausgedrückt die Abweichungen sind. Der wahre Künstler oder auch der wahre Kunstverständige hat das richtige Maass stets bereit in seinem Auge, während der Auchkünstler und Kunstverständige ohne wirklichen Maasstab nicht auskommt.

Digitized by Google

während die übrigen Kopftheile asymmetrisch sind. Asymmetrisch ist die Nase, asymmetrisch sind die beiden Kopfhälften, asymmetrisch sind die Ohren und die Augen.

Da der Schädel die wesentliche formgebende Grundlage des Gesichts ist, so betrachten wir zuerst diesen. Die knöcherne Nasenscheidewand weicht von der mittleren Senkrechten nach links hin ab. Diese schneidet ferner 3 mm nach rechts von der höchsten Erhebung des Scheitels diesen. Es zeigt sich ferner, dass wie bei der Venus von Milo der äusserste Punkt der linken Schädelhälfte um 5 mm weiter seitlich ragt als rechts. Weiter steht der obere Rand des linken Jochbogens um 1 mm höher als rechts. Eine Verschiebung der beiden äusseren Augenhöhlenöffnungen gegen die mittlere Senkrechte, gegen die Medianebene, lässt sich an dem vorliegenden knöchernen Schädel nicht nachweisen, wohl aber zeigt sich, dass die linke Augenhöhlenöffnung höher steht, als die rechte. Die Maasse sind folgende:

Der höchste Punkt des linken Oberaugenhöhlenrandes steht höher 1·5 mm.
Der tiefste Punkt des linken Unteraugenhöhlenrandes steht höher 2 mm
Das linke Unteraugenhöhlenloch steht höher 2·5 mm.

Betrachten wir nun den weiblichen Kopf, so beträgt die seitliche Abweichung der Nase 2 mm nach rechts von der Mittellinie, eine Erscheinung, welche nicht überraschen kann, weil es bekannt ist, dass die Asymmetrie der Nase am lebenden Menschen bald nach rechts, bald nach links geht. Die Stellung der Ohröffnungen lässt sich an der Photographie leider nicht genau bestimmen, allein aus dem Gesammtverhalten der Ohrmuscheln geht hervor, dass das linke Ohr mindestens 1·5 mm tiefer steht, als das rechte. Was die Asymmetrie der Schädelhälfte betrifft, so ist die geringe Grösse derselben des Haares wegen nicht genau zu bestimmen, allein mir scheint die linke um wenigstens 1—1·5 mm breiter zu sein. Ganz ungemein in die Augen fallend ist die Asymmetrie der Augengegenden. Die rechte steht höher, die linke tiefer, umgekehrt wie bei der Milesierin, dagegen ist auch bei dem Mädchen die linke Augengegend der Mittellinie näher gerückt, als die rechte, das Maass beträgt 3·5 mm, also gerade so viel als an dem Kopf der Statue. Der höchste Punkt der rechten Augenbraue liegt 1 mm höher als der links, dagegen liegt der höchste Punkt des rechten oberen Lidrandes 2 mm höher, als links. Der tiefste Punkt des rechten Augensternes ist 1·5 mm höher als links, dafür aber ist er zugleich um 2·5 mm weiter von der Mittellinie abgerückt, als links.

Ganz ähnlich gestaltet sich das Verhältniss bei dem Manne. Die Abweichung der Nase nach links beträgt 3 mm. Die Ungleichheit der beiden Kopfhälften in der Stirnbreite beträgt zu Gunsten der linken Seite 5 mm, also ebenso viel wie bei der Venus von Milo. Auch der Unterschied der

Digitized by Google

Stellung der Ohröffnungen lässt sich bestimmen. Die Mitte der Ohrecke der linken Seite steht um 2 mm höher als rechts. Weniger auffallend ist der Unterschied in der Höhenstellung der Augengegend. Der obere und untere Lidrand stehen in gleichem Niveau, während der untere Rand des rechten Augensternes 1 mm höher steht als links. Viel wichtiger ist aber auch hier die Entfernung der inneren Augenwinkel von der Mittellinie. Der innerste Punkt des inneren Augenwinkels liegt links 4·5 mm der Mittellinie näher, als rechts. Der Unterschied beträgt also mehr wie bei der Venus von Milo.

Einmal auf diese Asymmetrie aufmerksam geworden, bin ich selbst ohne Messungen im Stande, dieselben an erwachsenen Gesichtern zu sehen, ganz besonders den rechtsseitigen Hochstand der Augengegend und die Verschiebung der linken gegen die Medianebene. Demnach möchte ich diese Abweichungen von der Symmetrie durchaus als normal ansehen, ebenso wie das Ueberwiegen der einen Schädelhälfte.

Ich finde dieselben aber auch in der vorzüglichen Wiedergabe von Zeichnungen, welche sich in der plastischen Anatomie von Kollmann[1] befinden, so in der Fig. 87 (Portrait eines Mongolen nach Schadow), so in der Schadow'schen Zeichnung der Todtenmaske von Newton (Fig. 92), ferner Fig. 90 an dem Gesicht einer 90jährigen Frau, sowie an der Abbildung eines Fellachen (Fig. 112) und an der eines Beduinen (Fig. 180).

Es fragt sich nun, was ist der eigentliche Grund dieser Asymmetrien? Ein solcher lässt sich nur für des Ueberwiegen der einen Schädelhälfte nachweisen und beruht hier offenbar auf dem grösseren Volumen der linken Gehirnhälfte und diese hängt wiederum meiner Ansicht nach mit dem regelmässigen Ueberwiegen der rechten Körpermusculatur und mit dem überwiegenden Gebrauch der rechten oberen Rumpfhälfte zusammen. Worauf nun aber der Unterschied im Hochstande der Augengegend und der Augen beruht, das ist schwieriger zu sagen, und meine Annahme ist mehr oder weniger nur eine Vermuthung. Ich glaube er liegt darin, dass die gerade aufrechte Kopfhaltung eine unnatürliche und gezwungene ist, dass immer eine geringe Neigung des Kopfes nach der einen Seite und damit tieferer einseitiger Augenstand normal vorhanden ist. Diese geringe Schiefneigung des Gesichtes hängt aber wieder meiner Ansicht nach mit der Schiefstellung der übrigen Rumpfabschnitte, mit den Abweichungen derselben von der Symmetrieebene zusammen. Sie ist als eine compensatorische Krümmung, zum Ausgleich der Krümmung der oberen Rumpftheile in der Transversal- oder Frontalebene anzusehen. Gänzlich räthselhaft ist mir die constante Annäherung der linken Augengegend und des linken Auges an die Mittellinie. Auf-

[1] Leipzig 1886. Verlag von Veit & Comp.

Digitized by Google

fällig ist es mir ferner, und es giebt dies zu weiterem Nachdenken und Forschen Anlass, dass diese Verschiebungen nur die Weichtheile, nicht aber die knöcherne Augenhöhle treffen, oder, wenn es der Fall ist, dass sie dann wie bei dem Hochstande der Augengegend im entgegengesetzten Sinne erfolgen.

Es ist mir peinlich, dieses Räthsel nicht lösen zu können, befriedigt bin ich aber vollauf durch das Resultat der Beobachtungen, dass wirkliche Kunst und Natur sich decken und Gleiches schaffen, dass wirkliche Kunstgebilde, welche den ästhetischen Anforderungen vollkommen entsprechen, auch die Abweichungen der Natur, die kleinen aber immer wiederkehrenden Unregelmässigkeiten wiedergeben. Ich halte mich überzeugt, dass, würde einmal ein Künstler den Versuch machen, eine Statue mit vollkommen gleichen symmetrischen oberen Körperhälften anzufertigen, dieselbe einen langweiligen, gezwungenen Eindruck machen würde, möchte im Uebrigen dieselbe eine Stellung haben, welche sie wolle, und möchte sie welches Gefühl, welchen Gedanken auch immer zum sichtbaren Ausdruck bringen. Wie bei einem Gebäude, so beleben auch hier die kleinen Unregelmässigkeiten die Fläche.

Digitized by Google

Ueber die hinteren Nervenwurzeln, ihre Endigung in der grauen Substanz des Rückenmarkes und ihre centrale Fortsetzung im letzteren.

Von

Professor W. Bechterew.

(Hierzu Taf. X.)

Im Besitze eines bedeutenden Materiales an Centralorganen von menschlichen Foeten und Neugeborenen, versuchte ich unter Anderem auch die Endigungsweise der hinteren Wurzelfasern und ihre Vertheilung in der grauen und weissen Rückenmarksubstanz festzustellen. Diese Untersuchung habe ich schon im Laufe des Winters 1884/85 begonnen und die Resultate derselben in Form einer vorläufigen Mittheilung Anfangs 1885 der Gesellschaft für Psychiatrie zu St. Petersburg vorgelegt.[1] Unter dem Titel „Ueber einen besonderen Bestandtheil der Seitenstränge des Rückenmarkes" veröffentlichte ich etwas später einen ebenfalls hierher gehörenden Artikel.[2] Die vorliegende Abhandlung bringt eine eingehendere Bearbeitung des betreffenden Themas.

Inzwischen sind über diesen Gegenstand drei Artikel erschienen: eine eingehendere Arbeit von Lissauer[3] und zwei kurze Mittheilungen von Takács[4] und Rossolymo.[5]

[1] S. Protokolle dieser Gesellschaft pro 1885 (ref. im *Centralblatt für Nervenheilkunde.*).

[2] *Wratsch* (russisch) 1885 und *dies Arcchiv.* 1886.

[3] Lissauer, Beitrag zum Faserverlauf im Hinterhorn des menschlichen Rückenmarkes u. s. w. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten.* Bd. XVII. Hft. 2.

Digitized by Google

In seiner Untersuchung über die pathologischen Veränderungen bei Tabes dorsalis giebt Lissauer eine genaue Beschreibung anatomischer Verhältnisse der hinteren Wurzelfasern in der Lendenanschwellung des Rückenmarkes von Erwachsenen, also in dem Theile des letzteren, in welchem vorzüglich der pathologische Process im Anfangsstadium von Tabes sich localisirt. Er ist überzeugt, dass die in der Umgebung des äusseren Randes der gelatinösen Substanz des Hinterhornes oder der Randzone (bez. in meinem Hinterwurzelabschnitte der Seitenstränge) vertical aufsteigenden, dünnen Fasern den hinteren Wurzeln angehören. Nach Lissauer treten diese Fasern grösstentheils in die gelatinöse Substanz des Hinterhornes.

Wir können hier nicht weiter auf die genauen Angaben des Autors über den Bau der gelatinösen und spongiösen Substanzen des Hinterhornes eingehen, müssen uns aber doch ein wenig bei seinen Resultaten über den Gehalt des Hinterhornes an Fasern der hinteren Nervenwurzeln aufhalten. Er giebt an, dass das Hinterhorn zwei Arten von Wurzelfasern enthält, dicke, welche in Bündeln direct bis zur spongiösen Substanz ziehen und hier ihre horizontale Richtung in verticale umändern, und dünne Fasern, welche gleich nach ihrem Eintritt in das Rückenmark nach aussen abbiegen, die aufsteigenden Fasern der Randzone bildend. Sie treten nach einem kürzeren oder längeren Verlauf in das Hinterhorn ein. Die nähere Vertheilung dieser Fasern in der grauen Rückenmarksubstanz ist in vieler Hinsicht noch nicht aufgeklärt.

Die Resultate seiner Untersuchung hat Takács in folgenden kurzen Sätzen veröffentlicht:

„1. Die hinteren Wurzelfasern theilen sich bei ihrem Eintritte in's Rückenmark allsogleich in zwei Theile. Ein Theil senkt sich in die graue Substanz ein, während der andere nach innen und nach aussen in die die hinteren grauen Hörner umgebende weisse Substanz einbiegt."

„2. Die in die grauen Hinterhörner eindringenden Hinterwurzelfasern sind, nach ihrem Durchbruche durch die substantia gelatinosa, bis zu den Zellen der Clarke'schen Säulen zu verfolgen, und scheinen vor der Hand in denselben zu endigen."

„3. Die Hinterwurzelfasern, welche in die die grauen Hinterhörner umgebende weisse Substanz (Burdach'scher Keilstrang und hinterer Abschnitt der Seitenstrangreste) eintreten, biegen alsbald nach aufwärts, ziehen in derselben zu mindest in der Höhe dreier Wurzelfasern weiter, um sich darnach in die Substanz des Hinterhornes einzusenken."

Digitized by Google

Nach demselben Autor sollen einige Fasern aus den Clarke'schen Säulen in die inneren Abschnitte der Burdach'schen Stränge gehen, um hier den flügelförmigen Flächenabschnitt zu bilden; aus letzteren geht in der Folge der Goll'sche Strang hervor. Andere Fasern aus den Clarke'schen Säulen ziehen zur Peripherie der Seitenstränge hin und bilden schliesslich die Kleinhirnseitenstränge. Sowohl die Goll'schen Stränge wie die Kleinhirnseitenbahnen bestehen aus gleichwerthigen Fasern, welche eine durch die Zellen des Hinterhornes vermittelte Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern darstellen. Die Burdach'schen Stränge und der hintere Abschnitt des Seitenstrangsrestes sind überwiegend aus der unmittelbaren Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern gebildet, welche letztere nach verschieden langem Verlaufe oberhalb der Eintrittstelle in die graue Substanz des Hinterhornes eintreten. Nach dem Forscher mischen sich denselben noch Fasern hinzu, welche die verschiedenen Querschnitte des grauen Hinterhornes unter sich verbinden.

Der Vollständigkeit halber ist anzuführen, dass beide citirte Autoren ihre Untersuchungen für die Pathologie von Tabes dorsalis zu verwerthen suchen und ihre Schlussfolgerungen durch pathologisch-anatomische Befunde bekräftigen.

Rossolymo machte die Versuche mit Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln an Meerschweinchen. Er beweist, dass die Goll'schen Stränge nicht ununterbrochene Fortsetzungen der hinteren Wurzelfasern sind, was ich jedoch früher auf Grund meiner Untersuchungen aus der Entwickelungsgeschichte schon behauptet hatte.[1]

Wie bereits angegeben, habe ich meine Studien an Centralorganen von Foeten und Neugeborenen verschiedenen Alters gemacht. Die Praeparate wurden vorzugsweise mit Haematoxylin nach Weigert und theilweise auch mit Chlorgold nach Freud gefärbt. Kurz aufgezählt, sind meine Resultate folgende:

Vor allen Dingen stellte sich am foetalen Rückenmarke heraus, dass die hinteren Nervenwurzeln nicht aus gleichartigen Fasern bestehen. Einige von ihnen entwickeln sich schon früh und sind schon zu Anfang des fünften Monates des Intrauterinlebens (bei ca. 25 cm langen Embryonen)

[1] S. die oben citirte Arbeit in den Protokollen der psychiatrischen Gesellschaft zu

Digitized by Google

mit einer Markscheide versehen, während andere eine Markscheide viel später (bei ca. 31—35 cm langen Embryonen) erhalten.

Somit zerfallen die hinteren Wurzeln, gemäss der Entwickelung, wenigstens in zwei streng differenzirte Bündel. Im Querschnitt der hinteren Wurzeln erscheinen diese Bündel jedoch nicht getrennt, sondern die Fasern sind mehr oder weniger gleichmässig vermischt. Ungeachtet dessen sind die beiden Bündel im Rückenmark anatomisch getrennt (siehe besonders Fig. 1 p' und p''). So gehen die meisten Fasern des früher entwickelten Bündels (p') gleich nach dem Eintritte ins Rückenmark mehr nach innen in den äusseren vorderen oder Wurzeltheil der Burdach'schen Stränge; der kleinere Theil derselben tritt direct in die gelatinöse Substanz, und zwar hauptsächlich in den inneren, theilweise aber auch (vorzüglich in dem Lumbaltheile des Rückenmarkes) in den äusseren Abschnitt der letzteren. Die Mehrzahl der Fasern des später zur Entwickelung kommenden Bündels (p'') biegt nach dem Eintritte ins Rückenmark nach aussen ab, tritt in den hintersten Theil der Seitenstränge und geht hier eine Strecke lang in die Höhe, der kleinere Theil der Fasern tritt entweder direct in die Substantia gelatinosa, oder zieht gleich nach dem Eintritte in das Rückenmark in die Höhe zwischen den Fasern des früher entwickelten Bündels. In den unteren Abschnitten des Rückenmarkes (Lumbalanschwellung und unterer Theil des Dorsalmarkes) zieht ein kleiner Theil des in Rede stehenden Bündels mehr nach innen und nimmt den äussersten Theil der Burdach'schen Stränge ein (siehe Figg. 2 und 3).

Beide Bündel unterscheiden sich nicht allein durch ihre verschiedene Entwickelungszeit, sondern auch durch die Kaliber ihrer Fasern: die Fasern des zuerst entwickelten Bündels sind ziemlich stark, während die des später entwickelten verhältnissmässig sehr fein sind. Der Kürze halber will ich von nun ab erstere als innere starke und die letzteren als äussere feine Wurzelfasern bezeichnen.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Bezeichnung „äussere und innere Wurzelfasern" nicht vollkommen ihrer wirklichen Anordnung entspricht. So gehen, wie wir oben gesehen, die inneren Wurzelfasern theils in den äusseren Abschnitt der gelatinösen Substanz, während die äusseren theils innerhalb der ersteren liegen und sogar den äussersten Theil des Burdach'schen Stranges einnehmen.[1]

[1] Das Gesagte bezieht sich hauptsächlich auf die Lendenanschwellung des Rücken-

Digitized by Google

Im Widerspruche zu einer weitverbreiteten Meinung müssen wir behaupten, dass alle Fasern der hinteren Wurzeln, indem sie früher oder später in die graue Rückenmarksubstanz treten, durch die hier befindlichen Zellen eine Unterbrechung erfahren.

Nach der gegentheiligen Ansicht soll ein Theil der Fasern des inneren Bündels der hinteren Wurzeln unmittelbar in den Hintersträngen, nämlich in den Goll'schen Strängen, zum verlängerten Marke ziehen. Als Beweis dieser Ansicht gilt der Umstand, dass nach der Durchschneidung der Nn. ischiadici bei Thieren und Compression der cauda equina beim Menschen secundäre Degeneration der Hinterstränge erfolgt, wobei die Degeneration der Goll'schen Stränge bis zum verlängerten Marke sich erstreckt.[1]

Meiner Meinung nach ist dieser Beweis für die unmittelbare Fortsetzung der hinteren Wurzeln bis zum verlängerten Marke durchaus nicht stichhaltig. Dieses wird man zugeben, wenn man bedenkt, dass die secundäre Degeneration der Fasern nicht immer nur bis zur grauen Substanz, wo sie unterbrochen werden, sich erstreckt; im Gegentheil, nicht selten erfolgt nach der Degeneration eines Fasersystems Degeneration und Atrophie der Elemente der grauen Substanz und hiernach Degeneration der Fasern auf der anderen Seite der Zellen. So ist es z. B. bekannt, dass Degeneration des vorderen Kleinhirnschenkels zur Atrophie des rothen Kernes und der ihm zugehörigen Fasern führt; ferner sieht man nach Laesion der Hirnrinde (der Frontalwindungen) bei Thieren die Stabkranzfasern des Sehhügels degeneriren, den vorderen Kern des letzteren atrophiren und ebenfalls Degeneration des aus diesem hervorgehenden zum Corp. mamillare ziehenden Vicq d'Azyr'schen Bündels; endlich hat zuweilen die Degeneration der Pyramidenbündel der Seitenstränge des Rückenmarkes Atrophie der Zellen der Vorderhörner und Degeneration der vorderen Wurzelfasern zur Folge.

Für die Ansicht, dass die Hinterstränge des Rückenmarkes nicht als unmittelbare Fortsetzung der hinteren Wurzeln zum verlängerten Marke angesehen werden können, spricht augenscheinlich der Umstand, dass die Fasern der Goll'schen Stränge und die Mehrzahl der Fasern des hinteren oder peripheren Theils der Burdach'schen Stränge sich später als die Fasern der inneren starken Wurzelfasern mit Myelin umhüllen. Nur der vordere äussere Theil der Burdach'schen Stränge erhält zugleich mit

Digitized by Google

scheinlich hauptsächlich aus den inneren starken Wurzelfasern gebildet.[1] Letztere ziehen hier, wie die eingehendere histologische Untersuchung es ergiebt, nur eine kurze Strecke nach oben, bekommen alsdann eine horizontale Richtung und treten früher oder später in die graue Rückenmarksubstanz.

Hinsichtlich der Endigung der Fasern hinterer Wurzeln ergab die Untersuchung der foetalen Centralorgane und der von Neugeborenen Folgendes:

Die Mehrzahl der inneren starken Wurzelfasern geht, wie gesagt, in den vorderen äusseren Theil der Burdach'schen Stränge, ein kleiner Theil tritt unmittelbar in die Substantia gelatinosa Rolandi. Viele der Wurzelfasern verlaufen in dem vorderen äusseren Theile der Burdach'schen Stränge nach oben, bekommen dann wieder eine horizontale Richtung, um in die graue Substanz des Hinterhornes zu treten; andere biegen dagegen um den nach innen vorspringenden Theil des Hinterhornes und treten sogleich in die graue Substanz des letzteren.

Nach ihrem Eintritte in die graue Substanz des Hinterhornes verlaufen die inneren starken Wurzelfasern in zweierlei Richtungen: die einen, mehr nach innen gelegenen, ziehen zu den grauen Clarke'schen Säulen und vertheilen sich hier zwischen den Zellen der letzteren (Figg. 2 und 3). In den Abschnitten des Rückenmarkes, wo die Clarke'schen Säulen fehlen, endet dieses Bündel in den entsprechenden Kernen des Hals- und Sacralmarkes. Hiergegen dringen die mehr nach aussen gelegenen dicken inneren Wurzelfasern entweder direct, oder ihre Richtung zeitweilig vor der Rolando'schen Substanz in verticale umändernd (nach oben oder unten ziehend), tiefer in die graue Substanz (Figg. 3 und 4). Einige dieser Fasern verlieren sich schon in dem mittleren Theile der grauen Substanz, indem sie sich mit den hier vorhandenen Zellen verbinden, während andere bis zum Vorderhorn reichen und in das Nervenfasernetz übergehen, welches sich hier zwischen den drei grossen Zellengruppen findet (Fig. 4). Endlich zieht ein Theil der Fasern aus diesem Bündel der hinteren Wurzeln, nachdem sie den mittleren Theil der grauen Substanz erreicht, zur vorderen Commissur (Fig. 3) und geht mit deren Fasern in den contralateralen Vorderstranggrundbündel und von hier aus in das Vorderhorn der anderen Seite über.

Die später zur Entwickelung gelangenden äusseren feinen Wurzel-

Digitized by Google

lehrt, sogleich eine Strecke lang nach oben in dem hinteren Theile der Seitenstränge (im Bündel, welches ich als Hinterwurzelgebiet der Seitenstränge,[1] und Lissauer als die Randzone, bezeichnet — *Zrp''* Figg. 1, 2, 3 und 4), um auf's Neue in die graue Substanz des Hinterhornes zu treten. Hier gehen sie theils durch den äusseren Theil der gelatinösen Substanz, theils längs des äusseren Randes der letzteren und verbinden sich mit den kleinen theils zerstreut liegenden, theils mehr oder weniger gruppirten, sogleich vor der Roland'schen Substanz gelagerten, Zellen des Hinterhornes. Wie es scheint, strebt ein kleiner Theil dieser Fasern ebenfalls direct in die graue Substanz hinein, zu der lateralen Zellengruppe des Vorderhornes hin (Fig. 3).

Also vertheilen sich die Fasern beider Bündel der hinteren Wurzeln sehr verschiedenartig in der grauen Substanz des Rückenmarkes: sie treten mit allen bedeutenderen Zellgruppen der letzteren in Verbindung und erstrecken sich sogar durch die vordere Commissur auf die andere Seite des Rückenmarkes.

Aus den Clarke'schen Säulen, in welchen ein bedeutender Theil der inneren dicken Wurzeln endet, nehmen andererseits zahlreiche Fasern zur Verbindung ihrer grauen Substanz mit anderen Abschnitten des Centralnervensystems ihren Anfang. Die Fasern aus den Clarke'schen Säulen schlagen drei Hauptrichtungen ein.

Vor Allem nehmen hier ihren Anfang Fasern zur Bildung der Kleinhirnseitenstränge (Flechsig). Aus dem vorderen und theils aus dem äusseren Theile der Clarke'schen Säulen heraustretend, gehen diese Fasern bogenförmig zu äusseren Abschnitten der grauen Substanz (zwischen dem Hinter- und Seitenhorne), durchsetzen die weissen Seitenstränge, um an die Peripherie des hinteren Theiles der letzteren zu gelangen (Fig. 2 *rfe*). Besonders zahlreich sind diese Fasern dort vertreten, wo die Lendenanschwellung des Rückenmarkes in den Brusttheil übergeht, auch lassen sie sich hier am besten untersuchen. Ohne Zweifel gehen aus den Clarke'schen Säulen auch höher im Rückenmarke Fasern zur Bildung der Kleinhirnseitenstränge, jedoch in viel geringerer Anzahl, hervor.

Andere Fasern, ebenfalls in ziemlich bedeutenden Bündeln, treten aus der hinteren und theilweise aus der inneren Seite der Clarke'schen Säulen (bez. der entsprechenden Kernen des Hals- und Sacralmarkes) in die hin-

Digitized by Google

werden, welche sich gleichzeitig mit den Fasern in den peripheren oder hinteren Theilen der Burdach'schen Stränge mit Mark umhüllen und sich als starke Fasern darstellen. Es steht jedoch fest, dass ein Theil der Fasern in den Goll'schen Strängen nicht aus den Clarke'schen Säulen stammt, sondern, wie wir später erfahren werden, aus den in den Hinterhörnern zerstreuten Zellen seinen Anfang nimmt.

Die dritte Gruppe von Fasern tritt endlich aus dem vorderen Theile der Clarke'schen Säulen, geht fast gerade nach vorn, und setzt sich theilweise zum gleichseitigen Vorderhorn fort, theilweise biegt sie in die vordere Commissur ab, mit deren Fasern sie auf die andere Seite des Rückenmarkes (in das contralaterale Vorderhorn) zieht (Fig. 2 *f c a*).

Die soeben aufgezählten Fasergruppen trifft man fast in jedem Querschnitte des Brustmarkes, obgleich sie in dem unteren Theile zahlreicher zu sein scheinen als im oberen.

Aus den theils zerstreuten, theils unmittelbar vor der Rolando'schen Substanz gruppirten kleinen Zellen des Hinterhornes, in welchen die feinen äusseren Wurzelfasern ihr Ende finden, entspringen gleichfalls feine Fasern, die die Clarke'schen Säulen theilweise von innen, theilweise von aussen umziehen und zur grauen Commissur (ihrem vorderen und hinteren Abschnitte — comm. ant. et post. grisea) hinstreben (Figg. 1 und 4 *r f g*). Von hier aus gehen sie, wie ich es aus einer grossen Reihe von Schnitten entnehme, in die Seitenstränge, in die Gegend der Grenzschicht der grauen Substanz und bilden hier ein besonderes Fasersystem, welches mehr oder weniger zerstreut zwischen den Fasern des hinteren Theiles des Seitenstrangrestes und des inneren Theiles des Pyramidenseitenstranges liegt.

In den zerstreuten Zellen des Hinterhornes nehmen dem Anschein nach auch die spät zur Entwickelnnd gelangenden Fasern der Goll'schen Stränge ihren Anfang, wie man sich an Schnitten aus dem Lumbal- und Sacraltheile des Rückenmarkes überzeugen kann (Figg. 1 und 2 *r f g*).

Diese Fasern gehen grösstentheils längs des inneren Hinterhornrandes in der grauen Substanz zur hinteren Commissur; hier in der Nähe der Mittellinie (ohne diese zu überschreiten) biegen sie scharf fast gerade nach hinten ab und gehen in der Nähe der hinteren Scheidewand bis zu den peripheren Theilen in der Mitte der Hinterstränge, wo die Goll'schen Stränge zuerst sichtbar werden.[1]

[1] Die oft vertretene Meinung dass die Goll'schen Stränge zuerst in der Lenden-

Digitized by Google

Die inneren starken, wie die äusseren feinen hinteren Wurzelfasern dienen also (abgesehen von den Fasern, welche zu den Zellen der mittleren Theile der grauen Substanz und der Vorderhörner gehen und wahrscheinlich Reflexverbindungen abgeben) zur Bildung von zwei selbständigen Systemen: erstere zur Bildung der hinteren oder peripheren Theile der Burdach'schen Stränge (zusammen mit den früh zur Entwickelung gelangenden Fasern der Goll'schen Stränge) und der Kleinhirnseitenstränge, letztere zur Bildung eines besonderen Systems im contralateralen Seitenstrange und wahrscheinlich auch im Goll'schen Strange derselben Seite.

Zweifellos müssen diese zwei, zu verschiedenen Zeiten des Intrauterinlebens sich entwickelnden Bündel der hinteren Wurzeln auch verschiedene functionelle Bedeutung besitzen. Zur Zeit kann diese Frage jedoch wegen Mangel an Beobachtungen noch nicht endgültig entschieden werden. Ein Umstand verdient aber meiner Meinung nach in dieser Hinsicht unsere volle Beachtung. Als ich bei meinen Versuchen die Hinterstränge des Rückenmarkes verschiedener Thiere durchschnitt, überraschte es mich, dass dieser Eingriff, der unzweifelhaft auch die Wurzelpartien der Burdach'schen Stränge lädirte, die Thiere nicht zum Schreien veranlasste, folglich schmerzlos war. Schmerzäusserungen traten nur auf, wenn Theile des Rückenmarkes, welche beim apex cornu posterioris lagen, verwundet worden, oder das schneidende Instrument zu weit nach vorn ging und zugleich mit den Hintersträngen die graue Substanz der hinteren Commissur oder die Basis der Hinterhörner verletzte.

Auf Grund dieser Thatsachen kann man annehmen, dass die sensiblen Eindrücke der Haut durch die äusseren feinen und nicht durch die inneren starken Wurzeln gehen. Letztere dienen vielleicht nur zur Leitung des Muskelgefühles.

Für diese Annahme sprechen meiner Meinung nach die anatomisch-pathologischen Beobachtungen bei Tabes dorsalis. Anfangs localisirt sich hierbei nicht selten der pathologische Process nur im vorderen äusseren Theile oder der Wurzelpartie der Burdach'schen Stränge (welcher Theil aus den inneren starken Wurzelfasern besteht) und die Symptomreihe wird ebenfalls durch eine mehr oder weniger bedeutende Störung des Muskelgefühles eröffnet. Sind unsere Voraussetzungen richtig, so fragt es sich, welches von den beiden Systemen, welche als centrale Fortsetzung des einen oder anderen Theiles der Hinterwurzeln dient, übernimmt die Leitung bei-

Digitized by Google

Laesion (sogar fast vollkommene Abtragung bei Thieren) das Muskelgefühl nicht beeinflusst. Somit bleibt es anzunehmen, dass der hintere oder periphere Theil der Burdach'schen Stränge das Muskelgefühl leitet, während die Kleinhirnseitenstränge augenscheinlich reflectorische Bedeutung haben, indem sie Bahnen für centripetale Impulse zum Kleinhirn behufs der Gleichgewichtsstellung abgeben.

Was die Leitung der Hautempfindungen anbetrifft, so kann von den beiden Systemen, welche die Fortsetzung des äusseren Bündels der hinteren Wurzeln darstellen und sich eines im Goll'schen Strange derselben Seite, das andere im contralateralen Seitenstrang befindet, das erstere hier nicht in Betracht kommen, weil erstens negative physiologische Thatsachen vorliegen und zweitens dieses System von Fasern keine Kreuzung im Rückenmarke eingeht, während alle physiologischen Beobachtungen für eine Kreuzung der sensiblen Fasern im Rückenmarke sprechen.

Somit muss die Leitung der Hautempfindungen dem Fasersystem angehören, welches im Seitenstrange verläuft, während die Goll'schen Stränge, ähnlich den Kleinhirnseitensträngen, Bedeutung für Reflexvorgänge besitzen. Berücksichtigt man den Zusammenhang der Goll'schen Stränge vermittels ihrer Kerne im verlängerten Marke mit dem Kleinhirn und durch die Schleifenschicht mit dem von mir beschriebenen N. reticularis und mit dem Sehhügel, so ist man geneigt anzunehmen, dass diese Stränge theils gleich den directen Kleinhirnseitenbahnen zur Erhaltung des Gleichgewichtes des Körpers dienen, theils aber zu complicirten Reflexen, welche durch die Reizung der Körperoberfläche ausgelöst werden.

Zum Schluss einige Worte über die hintere Commissur des Rückenmarkes.

Im foetalen Rückenmarke, wo die äusseren dünnen Wurzelfasern sowie die Goll'schen Stränge noch ganz marklos sind, enthält auch die hintere Commissur nicht eine mit Myelin umhüllte Faser. Es ist also klar, dass die hintere Commissur keine Fasern aus den inneren dicken Wurzelfasern, welche sehr früh schon entwickelt sind, enthält. Nur kurz vor der Geburt und bei Neugeborenen finden wir in der hinteren Commissur zarte markhaltige Fasern, welche also die centrale Fortsetzung der äusseren dünnen Wurzelfasern darstellen. Anzuführen ist jedoch, dass in der hinteren Commissur bei Neugeborenen bedeutend weniger Fasern vorhanden sind, als bei Erwachsenen. Dieser Umstand ist nur dadurch zu erklären, dass ausser den erwähnten Fasern durch die hintere Commissur noch andere, spät entwickelte Fasern gehen. Mir scheint, dass die Mehrzahl der letzteren Commissuralfasern sind, welche die Zellelemente der beiden Hälften der grauen Rückenmarksubstanz unter sich verbinden.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. X.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Sacraltheil des Rückenmarkes eines Neugeborenen.

Fig. 2. Querschnitt durch den Uebergangstheil von der Lumbalschwellung zum Dorsaltheil desselben Rückenmarkes.

Fig. 3. Querschnitt durch den Dorsaltheil desselben Rückenmarkes.

Fig. 4. Querschnitt durch die Halsanschwellung desselben Rückenmarkes.

ca = vordere Commissur.
fp = Pyramidenseitenstrangbahn.
fc = directe Kleinhirnseitenstrangbahn.
rp' = die starken inneren Hinterwurzelfasern.
rp'' = die feinen äusseren Hinterwurzelfasern.
zrp'' = äusseres Hinterwurzelgebiet oder Randzone.
rfc = Fasern aus den Clarke'schen Säulen zur Kleinhirnseitenstrangbahn.
fca = Fasern aus den Clarke'schen Säulen zur vorderen Commissur.
rfB = Fasern aus den Clarke'schen Säulen zum Burdach'schen Strang.
rfs = Fasern aus zerstreuten Zellen des Hinterhorns zur grauen Commissur. (Centrale Fortsetzung der feinen äusseren Wurzelfasern.)
rfy = Fasern aus zerstreuten Zellen des Hinterhorns zum Goll'schen Strang. (Centrale Fortsetzung der feinen äusseren Wurzelfasern).

Digitized by Google

Ueber das normale Vorkommen von Klappen in den Magenverzweigungen der Pfortader beim Menschen und einigen Säugethieren.

Von

Dr. Ferdinand Hochstetter.

(Hierzu Taf. XI.)

Es galt bis jetzt als eine ausgemachte Thatsache, dass die Pfortader und ihre Zweige beim Menschen keinerlei Klappen besitzen.

Allerdings hatte bereits Sappey für die im ligamentum triangulare hepatis verlaufenden äusserst feinen Venen, welche die Communication zwischen Pfortader und den Bauchdeckenvenen herstellen, das Vorhandensein von Klappen nachgewiesen. Sappey giebt bezüglich dieser Klappen an, dass sie mit ihrer Concavität gegen das Herz gerichtet seien, woraus hervorginge, dass sie ein Ueberströmen von Blut aus der Pfortader in die Bauchdeckenvenen eher fördern als verhindern könnten.

Ich hatte in mehreren Fällen nach gelungenen Pfortaderinjectionen beim Kind Gelegenheit, mich von der Anwesenheit dieser Klappen zu überzeugen, doch fand ich im Gegensatze zu den Angaben Sappey's, dass sie mit ihrer Convexität gegen das Herz gerichtet waren und somit ein Ueberströmen des Blutes aus der Pfortader gegen die Bauchdeckenvenen hin verhindern mussten. Daraus würde es sich auch erklären, wenn bei langsam zu Stande kommenden Stauungen im Pfortadersystem sich verhältnissmässig so selten ein Collateralkreislauf durch diese kleinen Venen herstellt.

Ueber das Vorkommen von Klappen in den Wurzelgebieten der Pfortader des Menschen fand ich nirgends Angaben, im Gegentheil betonen sämmtliche Autoren das vollständige Fehlen von Klappenvorrichtungen in diesem Gefässe und seinen Zweigen.[1]

[1] Nachträglich finde ich bei Cruveilhier folgendes Citat: „Bauer dit avoir vu des valvules dans les vaisseaux courts de l'estomac;" je n'ai pu les y decouvrir.

Digitized by Google

Schon vor längerer Zeit war es mir aufgefallen, dass beim Kind die venöse Injection des Magens nur ausnahmsweise und nur bei Anwendung sehr dünnflüssiger Injectionsmasse vollständig gelingt, ohne dass ich hierfür einen bestimmten Grund aufzufinden im Stande war.

Eine neuerdings mit meinem Collegen Dr. Haidenthaler wegen einer Varietät der Vena coronaria ventriculi ausgeführte venöse Injection des Magens eines wenige Monate alten Kindes lehrte uns, dass der Grund für das häufige unvollständige Gelingen der Injection in dem Vorhandensein von Klappen in den Magenvenen zu suchen sei.

Die Untersuchung einer grösseren Anzahl von Mägen aus den verschiedensten Altersperioden auf das Vorkommen von Klappen in den Venen lieferte mir nun folgende Resultate.

Beim Neugeborenen und auch noch einige Zeit nach der Geburt finden sich meistens in sämmtlichen Zweigchen der Vena gastro-epiploica dextra sowohl gegen den Magen als auch gegen das grosse Netz hin vollständig sufficiente Klappen vor, welche meist an der Einmündungsstelle dieser Gefässchen in den Hauptstamm oder ganz nahe derselben angebracht sind. Ebenso sind auch die Zweigchen der Vena gastero epiploica dextra gegen den Magen und das grosse Netz und die Venae gastricae breves mit solchen Klappen versehen, so dass sowohl die grosse Magencurve als auch das grosse Netz gegen eine Rückstauung des venösen Blutes fast vollständig gesichert erscheinen. Auch in den Zweigen der Vena coronaria ventriculi kommen hier und da Klappen vor, regelmässig jedoch wie es scheint nur in dem obersten Zweig dieses Gefässes oder dessen Aestchen gegen den Oesophagus hin, häufig aber ganz unregelmässig angeordnet in den Zweigchen in der Nähe des Pylorus. Das Vorkommen der Klappen ist ausschliesslich auf die Magenvenen beschränkt, und das Gebiet, in welchem sie vorkommen, mit dem pylorischen Ring scharf begrenzt.

In jedem Gefässchen findet sich immer nur eine Klappe vor, nur ausnahmsweise sah ich in den Venae gastricae breves und in dem obersten Zweige der Vena coronaria ventriculi zwei in einiger Entfernung oder knapp hintereinander stehende Klappen. Die Venen des grossen Netzes besitzen nicht nur an den Einmündungsstellen in die Venae gastro-epiploicae, sondern auch überall dort, wo kleinere Zweigchen in grössere einmünden, haltbare Klappen.

Diese Klappen nun sind genau ebenso gebaut wie die Klappen an den Körpervenen, nur sind sie verhältnissmässig viel zarter und reissen, wenn der Injectionsdruck eine gewisse Höhe erreicht hat, ungemein leicht ein.

Mit zunehmendem Alter werden die Klappen nach und nach insufficient und zwar zuerst in den Magenverzweigungen der V. gastro-epiploica dextra in der Nähe des Pylorus, dann weiter an der grossen Cur-

Digitized by Google

vatur in den Zweigchen der V. gastro-epiploica sinistra und in den Venae gastricae breves so zwar, dass sie sich am längsten in den Zweigchen erhalten, welche in die Communication (falls eine solche vorhanden ist) zwischen den beiden V. gastro-epiploicae einmünden. Gegen das zwanzigste Lebensjahr hin scheint kein Venenzweig an der grossen Magencurve sufficiente Klappen mehr zu besitzen. Verhältnissmässig spät insufficient wird die Klappe an dem obersten Zweig der V. coronaria ventriculi und am spätesten im Durchschnitte an den Venen des grossen Netzes, wo ich manchmal noch bei sehr alten Individuen vollständig sufficiente Klappen vorfand.

Das Insufficientwerden der Klappen erfolgt in der Weise, dass sie mit zunehmendem Alter allmählich immer schmäler werden, so dass die beiden einander gegenüberstehenden Klappenränder bei vollständiger Füllung des Gefässes nicht mehr zur Berührung kommen können. Schliesslich erhalten sich von den beiden Klappentaschen nur noch zwei bogenförmige, dem Ansatze der Klappen entsprechende lineare Säume, die aber endlich auch verschwinden können, so dass nichts mehr an das frühere Vorhandensein von Klappen erinnert. Da das Insufficientwerden der Klappen an verschiedenen Stellen des Magens zu verschiedenen Zeiten stattfindet, fand ich oft an den Zweigen einer V. gastro-epiploica fast alle Stadien des Klappenschwundes vertreten.[1]

Ist schon das Vorkommen von Klappen in den Magenvenen an und für sich interessant und wichtig mit Rücksicht auf die Circulation des Blutes in der Magenwand, so gewinnt dieser Befund noch mehr an Interesse, nachdem es sich herausstellt, dass das Vorkommen von Klappen in den Magenvenen keineswegs etwas dem Menschen eigenthümliches ist, sondern in einem noch viel ausgeprägteren Maasse sich bei einer Reihe von Säugethieren vorfindet.

Das Vorkommen von Klappen (ganz abgesehen von der von Hyrtl beschriebenen Spiralklappe im Pfortaderstamme vieler Säuger) in den Zweigen der Pfortader bei Säugethieren wird übrigens bereits von Henle erwähnt. Ebenso findet sich auch bei Weigel für die Wiederkäuer und das Pferd eine ähnliche Angabe. Für die Milzvene der Haussäugethiere und speciell des Pferdes erwähnen T. Leisering und C. Müller, sowie F. Müller das Vorkommen von einigen Klappenpaaren. Das Vorkommen von Klappen scheint jedoch bei den Wiederkäuern nicht blos auf die Milzvene beschränkt zu sein, sondern

[1] Um die Klappen, welche wegen ihrer grossen Zartheit an den aufgeschnittenen

es dürften sich Klappen überhaupt im ganzen Gebiete der Magen-Milzvenen vorfinden. So begegnete ich denselben bei einigen Formen (Antilope Dorkas, Schaf, Ziege), die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, nicht nur in den Zweigen, sondern auch in den Hauptstämmen der Magenvenen.

Auch bei den Raubthieren (ich untersuchte Hund, Fuchs, Katze, Fischotter) finden sich im Bereiche der Venen des Magens und der Milz Klappen vor. Am schönsten und reichlichsten sah ich sie beim Hund und bei der Katze entwickelt, hier finden sie sich nicht nur an jedem Seitenzweig der Magenvenen, sondern auch besonders beim Hund in den Hauptstämmen, so dass der Magen gegen eine Rückstauung venösen Blutes vollständig gesichert erscheint. An den Milzvenen finden sich die Klappen dort, wo die Venen aus der Milz hervortreten, und zwar besitzt hier jeder Stamm eine Klappe, so dass es nur unter Anwendung hohen Druckes und nach Zerstörung der Klappen gelingt, die Venen auch innerhalb der Milz mit Injectionsmasse zu erfüllen.

In ähnlich reicher Anzahl und vollkommener Ausbildung wie bei den Raubthieren finden sich die Klappen in den Magen und Milzvenen beim Pferd. Auch das Schwein besitzt in seinen Magenvenen Klappen und die Anordnung der Klappen in den Milzvenen ähnelt sehr der bei der Katze und beim Hund, nur dass beim Schwein die Klappen nicht so unmittelbar an der Austrittsstelle der Venen aus der Milz angebracht sind. Die Magenvenen bieten im übrigen einige, wie mir scheint bis jetzt ganz unbekannt gebliebene Besonderheiten. Aus den V. coronariae ventriculi entstehen entsprechend der kleinen Magencurve einige stärkere Stämme, welche, nachdem sie untereinander einige Anastomosen gebildet haben, entsprechend den von Barkow beschriebenen arteriellen Wundernetzen, sich mit den Maschen dieser verflechtend, in prachtvolle Wundernetze auflösen[1] (Fig. 5). Aus diesen Wundernetzen gehen dann, entsprechend jedem die Magenwand versorgenden Arterienstämmchen, je zwei begleitende Venen hervor, die zu beiden Seiten des arteriellen Gefässchens gelegen, vor und hinter demselben durch zahlreiche Anastomosen miteinander in Verbindung treten.

Auch die Vena gastro-epiploica dextra zeigt ein ganz eigenartiges Verhalten, indem sie sich in ein Geflecht auflöst, welches die entsprechende Arterie ihrer ganzen Länge nach umspinnt, und so dicht ist, dass die Arterienwand fast nirgends sichtbar wird. In dieses Geflecht münden sowohl die Netz- als die Magenvenen, welch letztere ebenfalls doppelt sind

Digitized by Google

bei den Raubthieren dort, wo die kleineren Zweige in die Hauptstämme bez. in die Geflechte einmünden, ausserdem wenigstens an der kleinen Magencurve in den Hauptstämmen selbst.

Beim Kaninchen sind in den Magenvenen, freilich nur äusserst spärlich, Klappen nachzuweisen, in der Milzvene und ihren Zweigen scheinen sie vollständig zu fehlen.

Beim Igel und bei einer Fledermaus (Vesperugo noctula) suchte ich vergebens nach Klappen in den Magenvenen.

Bei zwei Affen, einem Kronen- und einem Schweinsaffen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, schien es anfänglich als ob Klappen im Bereiche der Magenvenen nirgends vorhanden wären, bei genauerer Untersuchung fand ich jedoch, besonders gegen das grosse Netz hin, in kleineren Venen sehr deutlich sichtbare sufficiente Klappen, und auch an den Magenzweigen der Venae gastero epiploicae waren hier und da theils insufficiente Klappen vorhanden, oder es waren an der Einmündung der Zweigchen in die Hauptstämme leichte Erweiterungen erkennbar, die auf das frühere Vorhandensein von Klappen an diesen Stellen hinzudeuten schienen.

Darnach erscheint das Vorkommen von Klappen in den Pfortaderverzweigungen des Magens und der Milz unter den Säugern sehr verbreitet. Aber nur bei einzelnen Formen, wie bei den Raubthieren, besitzen die Klappen eine bedeutende Wichtigkeit mit Rücksicht auf die Circulationsverhältnisse, bei vielen sind sie vielmehr als rudimentäre Gebilde aufzufassen, die entweder nur in der Jugend, wie beim Menschen und auch vielleicht beim Affen functioniren, später aber zum Theil oder vollständig zu Grunde gehen, oder überhaupt ganz unvollkommen angelegt sind, wie beim Kaninchen. — Dass die in der Jugend vorhandenen Klappen beim Menschen (wahrscheinlich auch beim Affen) mit zunehmendem Alter zu Grunde gehen, oder aber ihre Functionsfähigkeit verlieren, kann nicht überraschen, wenn man bedenkt, dass auch in den Venen, welche normalerweise durch das ganze Leben hindurch sufficiente Klappen besitzen, nie alle ursprünglich angelegten Klappen zur vollen Entwickelung gelangen, sondern dass viele gänzlich verschwinden.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XI.)

Fig. 1. Magen eines einige Wochen alten Kindes mit injicirten Venen, um die Anordnung der Klappen zu zeigen.

Fig. 2. Aeussere Ansicht der Klappen aus dem obersten Zweige der V. coronaria ventriculi eines 16jährigen Mädchens. (Vergrössert.)

Fig. 3. Sufficiente Klappe an der Einmündung einer Netzvene in die V. gastero epipl. sin. (70jährige Frau. Vergrössert.)

Fig. 4. Klappenrest an der Mündung einer Magenvene in die V. gast. epipl. sin. (45jähriger Mann. Vergrössert.)

Fig. 5. Venöse Wundernetze an der kleinen Magencurve vom Schwein.

Digitized by Google

Die Anatomie und physiologische Bedeutung der Palmaraponeurose.

Von

Dr. Max Grapow.

(Aus der topographischen Abtheilung des Professor Braune.)

Die Anatomie der Palmaraponeurose gewann zum ersten Male allgemeines Interesse, als Dupuytren in der Erkrankung derselben die Ursache zu einem Leiden erkannte, über dessen Aetiologie man bis dahin vollständig im Unklaren war: die nachmalig sogenannte „Dupuytren'sche Fingercontractur."

Vor Dupuytren war dies Leiden in seinen ursächlichen Momenten wenig bekannt. M. Boyer hatte es „crispatura tendinum" genannt, entsprechend der am meisten verbreiteten irrthümlichen Anschauung, dass die Natur der Krankheit in einer Beugesehnen- oder Sehnenscheidenaffection zu suchen sei.

Die Erkenntniss der wahren Ursache führte Dupuytren zu einer operativen Therapie. Er beschreibt dieselbe ausführlich an zwei Fällen in den *„Leçons orales de clinique chirurgicale."*[1] Gleichzeitig enthält diese Monographie eine kurze anatomische Darstellung, die im Folgenden mitgetheilt werden soll.

Weit ausführlicher behandelt diesen Gegenstand Bourgery in seiner *„Anatomie descriptive ou physiologique."* Ebenso Sappey in seinem *„Traité d'Anatomie descriptive."*

Die deutschen Autoren widmeten der Sache weniger Aufmerksamkeit. Quain-Hoffmann, Hyrtl, Krause, Gegenbaur finden sich sehr kurz damit ab. Ausführlicher sind Henle, v. Luschka, Joessel, Schüller.

In Folge der mangelhaften Kenntniss vom Bau der Fascia palmaris ist auch über die physiologischen Functionen derselben noch wenig bekannt.

---

[1] *Leçons orales de clinique chirurgicale.* Par M. le Baron Dupuytren. Paris 1832. Tome I. p. 2—24.

Digitized by Google

Früher sah man in der Palmaraponeurose nur eine Schutzdecke für die in der Hand verlaufenden Gefässe und Nerven, sowie ein Befestigungsmittel für die Beugesehnen der Hand; man hatte auch beobachtet, dass bei den Thieren, welche klettern, die Entwickelung eine besonders kräftige ist, und die Elasticitätsverhältnisse im Gewebe sich durch eine stark federnde Beschaffenheit der Fasern auszeichnen. Dupuytren behauptet ferner, dass die Handfascie es sei, welche die Finger immer wieder in ihren Ruhezustand, die halbe Flexion, zurückzuführen bestrebt ist, während krankhaftes Uebertreiben dieser Function zu dem oben genannten Leiden Anlass giebt.

Nach einer Angabe von Braune[1] scheint die Fascie hydraulische Beziehungen zur Gefässcirculation zu haben.

Er zeigte, dass, wenn man die Venen der Finger von den Arterien aus mit flüssiger Leimmasse injicirt, die noch flüssige Masse durch Zug an der Palmarfascie vorwärts bewegt wird.

Die Anlage der Lymphgefässe hat noch keine solch' exacte Bearbeitung gefunden, wie die der Venen.

Legt man aber die Angaben Sappey's[2] zu Grunde, so kann man sagen, dass im Allgemeinen die Anordnung der Lymphgefässe ebenfalls eine derartige ist, dass die Palmaraponeurose in dem oben für die Venen dargelegten Sinne auch auf die Lymphgefässe einwirken wird. Nach Sappey sammelt sish nämlich das in der Haut der Hohlhand gelegene, sehr reichliche Lymphcapillarsystem zu mehreren Stämmen, die durch die Palmaraponeurose hindurchtretend eine Strecke weit zwischen dieser und den Beugesehnen verlaufen, dann vor dem Thenar zu einem grösseren Stamme convergiren, welcher um den radialen Rand der Hand herum auf die Dorsalseite zum ersten Intermetacarpalraum zieht. Auf dieses System wirkt der mediale Theil der Hohlhandfascie. Die übrigen von der Hohlhand stammenden Lymphgefässe kann man in untere, mediale, laterale und obere eintheilen, von denen die unteren zu den Interdigitalräumen und von da auf die Dorsalseite der Mittelhand ziehen und sich mit den Lymphgefässen der Finger vereinigen. Diese sind es, auf welche der quere, unten genauer zu beschreibende Fascienzug saugend einwirkt.

Es ist auch bekannt, dass die Physiologen bei ihren Untersuchungen über die Lymphgefässe zwischen den Zehen die Injectionsstiche anlegen, also entsprechend der eben erwähnten Stelle.

Die Angaben der oben erwähnten Autoren aus denen sich der jetzige

Digitized by Google

Dupuytren, *Leçons orales de clinique chirurgicale.* Paris 1832. t. I.

„L'aponévrose palmaire superficielle résulte, en partie, de l'épanouissement du tendon du palmaire cutané et du prolongement du ligament annulaire antérieur du carpe. D'abord extrêmement forte à sa naissance, elle s'amincit ensuite graduellement en avançant, de manière à donner naissance vers son bord inférieur à quatre languettes fibreuses qui se dirigent vers l'extrémité inférieure des quatre derniers os métacarpiens. Là, chacune d'elles se bifurque pour le passage des tendons des fléchisseurs, et chacune des branches de cette bifurcation vient se fixer sur les côtés de la phalange, et non en avant, comme beaucoup d'anatomistes l'ont cru.

Bourgery, *Anatomie descriptive ou physiologique.* 1834.

Aponévrose palmaire sous cutanée. En forme de triangle, épaisse, résistante, composée de bandes divergentes, réunies par des fibres transversales, elle tapisse la paume de la main, dont elle forme le plan souscutané.

Elle naît, 1° de l'épanouissement du tendon du muscle palmaire grêle, qui forme son angle supérieur ou son sommet; 2° par sa face postérieure, du ligament palmaire et de l'aponévrose du muscle palmaire cutané, avec lesquels elle est intimement unie.

A partir du tendon, elle se divise en six ou huit bandelettes divergentes, qui vont rejoindre les articulations phalangiennes en inscrivant la base du triangle. De ces bandelettes, 1° l'une, moyenne, droite, s'insère au milieu de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius; 2° trois autres, qui appartiennent à l'indicateur, se rendent sur une bandelette transversale, qui quelquefois forme une arcade au-dessus de l'articulation; dans d'autres cas, elle ne présente qu'un vaste plan aponévrotique transversal, qui bride sur le bord radial le premier interosseux dorsal et l'abducteur du pouce, et vient rejoindre l'aponévrose dorsale de la main; 3° deux bandelettes qui se dirigent vers l'annulaire, s'insèrent au-dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne sur une arcade fibreuse transversale au-dessous de la quelle passent les tendons des lombricaux et des interosseux. Cette bandelette est fixée en dehors sur l'articulation du cinquième doigt; en dedans, sur celle du médius, où elle forme audessous de la bandelette de ce dernier un entrecroisement en X, avec une demi-arcade provenant de l'indicateur, de sorte que le médius se trouve le poin de jonction médiane. Sur les extrémités, règnent les bandelettes qui inscrivent les côtés du triangle: 4° celle du pouce contourne la saillie des muscles de l'eminence thénar, et s'implante en bas sur leurs tendons et sur l'os sésamoide interne; elle est liée par une arcade fibreuse avec les bandelettes de l'indicateur: 5° la bandelette externe contourne la saillie des muscles de l'éminence hypothénar et s'épanouit sur l'articulation métacarpo-phalangienne du petit doigt. Dans tonte son étendue, l'aponévrose palmaire adhère fortement au corps de la peau par de nombreux prolongemens filamenteux ou lamellaires; le bord externe en particulier s'y perd complètement. Ses bandelettes sont réunies et séparées par de nombreuses

Digitized by Google

articulations métacarpo-phalangiennes, externe de l'index et interne du petit doigt, et passe successivement sur le médius et l'annulaire. Son bord supérieur concave se perd dans le corps de la peau, auquel il adhère aussi par sa face antérieure. Sa face postérieure est unie aux prolongemens de l'aponévrose palmaire, aux gaînes digitales, et fixée aux tubercules des premières phalanges. Son bord inférieur est le plus remarquable; il se compose, dans les intervalles des doigts, de deux petites bandelettes juxtaposées, qui s'écartent en formant un angle en ogive et viennent s'entre-croiser en X sur la gaîne fibreuse du médius et de l'annulaire, les deux bandelettes extrêmes s'épanouissant sur les bords opposés de l'indicateur et du petit doigt.

Ces arcades fibreuses interdigitales, complétées par les tendons des lombricaux et des interosseux qui se dégagent au-dessous d'elles, forment, dans l'angle de réunion des doigts, un plan sous-cutané, non moins flexible que résistant, qui se prête à leur mobilité en divers sens, s'oppose à leur écartement et protège le point de bifurcation des vaisseaux et des nerfs collatéraux.

Sappey, *Traité d'Anatomie descriptive.* t. II. p. 372 etc.

L'aponévrose palmaire, réunie aux deux cloisons qui naissent de ses parties latérales, appartient à l'ordre des gaînes tendineuses. Elle fixe au-devant du métacarpe les tendons fléchisseurs des doigts, de même que le ligament annulaire antérieur les fixe au-devant du carpe, de même que les gaînes digitales les fixent au-devant des phalanges. Ainsi que les précédentes, elle représente à la fois une gaîne contentive et une poulie de réflexion, d'où son épaisseur et sa grande résistance qui contrastent avec la faiblesse des muscles intrinsèques de la main; elle mériterait le nom de gaîne métacarpienne des tendons fléchisseurs des doigts.

Cette aponévrose, très-étroite au-devant du poignet, s'élargit en descendant vers la racine des doigts; elle revêt ainsi une figure assez régulièrement triangulaire. Sa face antérieure adhère à la face profonde du derme par des tractus fibreux, très-déliés spérieurement, mais offrant une largeur et une épaisseur de plus en plus grandes à mesure qu'on se rapproche de sa base et de ses parties latérales. De sa moitié inférieure on voit naître quatre languettes longitudinales qui s'en détachent pour aller se fixer à la peau. La première, obliquement dirigée en bas et en dehors, répond à la partie externe de la base de l'index, et les suivantes à l'intervalle des doigts. Ces languettes aponévrotiques se tendent pendant l'extension complète des doigts, dépriment la couche graisseuse sous-jacente dans l'intervalle des métacarpiens, et la soulèvent, au contraire, au-devant de ceux-ci, d'où les saillies adipeuses qui surmontent la base des doigts, saillies plus ou moins prononcées suivant les individus, presque nulles chez les uns, plus accusées et bien manifestes chez d'autres.

Sa face postérieure recouvre dans son tiers supérieur le ligament annulaire auquel elle adhère d'une manière assez intime par sa partie moyenne, mais dont elle est séparée en dehors par l'origine du muscle palmaire cutané. Dans ses deux tiers inférieurs elle se trouve en rapport avec l'arcade palmaire superficielle, les divisions du nerf médian, les tendons des fléchisseurs sublime et profond, et avec les lombricaux; elle n'est unie à toutes ces parties que par un tissu cellulaire très-lâche.

Ses deux bords, mal limités, sont le point de départ de larges expansions fibreuses qui vont s'attacher, en dehors, à la peau de l'éminence thénar, en dedans à celle de l'éminence hypothénar.

Digitized by Google

Ces expansions ne diffèrent de celles émanées de sa partie inférieure que par leur disposition beaucoup moins régulière.

D'une couleur blanche et nacrée à son centre, parfaitement distincte des téguments dans toute l'étendue de cette partie centrale, l'aponévrose palmaire se confond en réalité avec ceux-ci par sa partie périphérique. — Son bord externe se continue avec l'aponévrose palmaire externe, et la cloison fibreuse qui sépare les muscles de l'éminence thénar des tendons fléchisseurs.

Son bord interne s'unit de même à l'aponévrose palmaire interne et à la cloison qui sépare ces mêmes tendons du court fléchisseur et de l'opposant du petit doigt.

Son sommet se continue avec le tendon du petit palmaire et avec l'aponévrose antibrachiale, lorsque ce muscle n'existe pas.

Sa base, ou extrémité inférieure, est creusée en arrière de sept gouttières, dont quatre répondent à la tête des quatre derniers métacarpiens, et trois aux intervalles qui les séparent. — Celles qui sont situées au-devant des métacarpiens s'attachent à chacun de ceux-ci par leurs bords et se continuent inférieurement avec la gaine des doigts dont elles forment l'origine.

Ces quatre gouttières livrent passage aux tendons fléchisseurs superficiels et profonds. — Celles qui occupent les intervalles des métacarpiens se continuent par leurs bords avec les parties fibreuses des deux articulations voisines, en s'étendant de l'une à l'autre, à la manière d'une arcade, et en formant avec le ligament transverse autant d'anneaux; ces anneaux fibreux donnent passage aux muscles lombricaux, aux artères collatérales des doigts et aux nerfs qui les accompagnent.

L'aponévrose palmaire est composée de deux ordres de fibres. 1° de fibres longitudinales, beaucoup plus nombreuses, qui la constituent exclusivement dans ses deux tiers supérieurs; 2° de fibres transversales destinées à renforcer son tiers inférieur, et à compléter les arcades sous lesquelles s'engagent, d'une part, les tendons fléchisseurs, de l'autre, les muscles lombricaux. — Ces fibres transversales s'entremêlent en partie aux fibres longitudinales, mais sont situées cependant, pour la plupart, en arrière de celles-ci.

Nées des parties latérales de la tête des métacarpiens et des parties fibreuses des articulations métacarpo-phalangiennes elles se portent, les unes de dedans en dehors, et les autres de dehors en dedans, en s'entrecroisant sous des angles très-aigus.

Les superficielles, plus longues, vont s'attacher à un autre métacarpien ou à une autre articulation plus ou moins éloignée; en passant au-devant des tendons fléchisseurs, elles complètent les gouttières sous lesquelles s'engagent ces tendons, et les soudent, en quelque sorte, aux gaînes digitales. Les profondes, très-courtes, se portent d'une articulation à l'articulation voisine; unies aux précédentes, elles forment les arcades, sous lesquelles passent les lombricaux.

Ainsi constituées, les sept gouttières de la partie inférieure de l'aponévrose palmaire ont évidemment pour usage, non-seulement de maintenir dans leur si-

Digitized by Google

par son bord antérieur avec les aponévroses palmaire moyenne et palmaire externe, mais plus spécialement avec celle-ci, dont elle semble un prolongement. Elle s'attache, par son bord postérieur à l'aponévrose qui recouvre l'adducteur du pouce, en dehors du premier lombrical. — La cloison interne, moins oblique que l'externe, s'unit en avant aux aponévroses moyenne et interne, et en arrière à l'aponévrose interosseuse. De même que la précédente, elle est extrêmement mince.

Les lombricaux et les tendons fléchisseurs sont donc logés dans une gaîne formée, en avant, par l'aponévrose palmaire moyenne, en arrière, par l'aponévrose interosseuse; sur les côtés, par les cloisons qui s'étendent de l'une à l'autre. Cette gaîne continue un véritable canal qui fait suite à l'anneau carpien et qui se divise en bas en sept canaux secondaires, dont quatre, très-longs, sont destinés aux tendons fléchisseurs des doigts, et trois, extrêmement courts, aux muscles lombricaux....

Aux trois aponévroses superficielles de la paume de la main on peut rattacher une couche de fibres transversales situées au-devant de la gaîne des doigts, à l'union du quart supérieur des premières phalanges avec leurs trois quarts inférieurs.

Les plus superficielles passent au-devant des quatre derniers doigts; les profondes s'étendent d'une gaîne digitale à la gaîne voisine. Elles constituent, par leur ensemble une sorte de ligament qui semble avoir pour destination de limiter l'écartement des doigts. Lorsqu'on écarte ceux-ci, elles se tendent à la manière d'une corde qui fixe le repli de la peau au niveau de chaque espace interdigital.

Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen.* 1858. I. 3. S. 236 ff.

An der Hand ist das oberflächliche Blatt der Hohlhandfascie in dem mittleren Theile der Vola zwischen dem Daumen- und Kleinfingerballen ausgespannt, eine mächtige und glänzende, dreiseitige, mit der Basis abwärts gerichtete Platte. Es besteht aus zwei Lagen, einer äusseren, mit vertical fächerförmiger, und einer inneren, mit transversaler Faserung. Die äussere Lage, eine Ausbreitung der Sehne des Palm. long., verstärkt durch Fasern, die am Lig. carpi vol. propr. entspringen, reicht bis an die Basen der Grundphalangen und weicht gegen dieselben in vier Zipfel auseinander, welche die Querfasern der tieferen Lage durchblicken lassen und sich zwischen je zwei Fingern in die Haut befestigen. Die innere Lage ist in der Nähe des Handgelenkes schwach, genau an die äussere angewachsen, und wird in dem Maasse stärker, als sie sich den Basen der Finger nähert und zwischen den Zipfeln der äusseren Lage frei wird.

An der äusseren, vorderen Fläche ist die Volarfascie mit der Cutis durch zahlreiche, straffe, das Fettgewebe durchsetzende Fasern genau verbunden; an der innern, hintern ist sie durch lockeres Fett von den Gefässen und Nerven der Hohlhand und von den Schleimbeuteln der Beugesehnen geschieden. Ihre

Digitized by Google

wärts concaven Rande zu endigen, unter welchem der M. lumbricalis und die Nervenäste zu Tage kommen. Doch tritt weiter unten, zur Unterstützung der zwischen den Fingern ausgespannten Hautfalten, also etwa in der halben Höhe der Grundphalangen, noch einmal ein mächtiger, über alle vier Finger sich continuirlich erstreckender Querfaserzug auf, aus welchem Fasern abwärts in die frontalen Septa der Finger umbeugen. . . .

I. 2. p. 105: Das Bindegewebe, welches die tiefen Hohlhandmuskeln (Interossei) deckt, die sogenannte tiefe Volarfascie, erhält in der Gegend der unteren Enden der Mittelhandknochen starke und straffe transversale Fasern, welche eine Strecke weit über die Gelenkkapsel herabgehen und zwischen den Kapseln ausgespannt, als Ligg. capitulorum volaria die Metacarpusköpfchen der dreigliedrigen Finger aneinander heften. Von der volaren Fläche dieser transversalen Fasern gehen sagittale Scheidewände vorwärts zur transversalen Faserschichte der Volaraponeurose; in diese, je radial- und ulnarwärts umbiegend, bilden sie glatt ausgekleidete Röhren, innerhalb welcher auf den Gelenken die Beugesehnen auf den Ligg. cap. ant. die Mm. lumbr. nebst den Nerven und Gefässen der Finger eingeschlossen sind.

v. Luschka, *Die Anatomie des Menschen.* Tübingen 1865. Bd. III. Abth. 1.

Die Fascia volaris manus besteht aus seitlichen zellstoffartig weichen und dünnen Abtheilungen, welche die Ballenmusculatur einhüllen, und einer mittleren, welche die sogenannte Aponeurosis palmaris. s Lig. palmare darstellt. Diese ungemein starke, sehnenartig glänzende Platte besitzt die Gestalt eines Dreiecks, dessen Spitze dem Anfange, die Basis dem Ende des Handtellers entspricht, während die Seiten auf die einander zugekehrten Ränder der Ballen übergreifen und mit der zarten Fascie derselben verlöthet sind. Die der Haut zugewendete Fläche ist mit ihr theils durch kurzen straffen Zellstoff, theils durch fibröse Bündelchen verwachsen, welche aus der Fascie in das Corium eindringen. Mit den unterliegenden Bestandtheilen der Vola manus, nämlich mit den Nervenzweigen, dem Arcus vol. sublimis, den Beugesehnen und Mm. lumbricales steht die entgegengesetzte glatte Fläche durch lockeren Zellstoff in Verbindung.

Die mittlere Hohlhandfascie besteht aus Längs- und aus Querfasern, welche in zwei ungleich mächtigen Schichten übereinander gelagert sind.

Die longitudinalen Fasern bilden die oberflächlichere bedeutend stärkere Schicht und stellen theils die fächerförmige Ausstrahlung der Sehne des Palm. long. dar, theils nehmen sie von den seitlichen Grenzen des Lig. carpi vol. propr. einen selbständigen Ursprung, welcher bis zum Os multang. maj. und pisiforme hinaufreicht Diese bilden das stärkere Contingent, wie man schon aus den nicht seltenen Fällen entnehmen kann, in welchen diese Faserung auch bei gänzlichem Mangel des Palmaris longus nicht vermisst wird. Gegen die untere Grenze der Mittelhand findet eine Sonderung dieser Längsfaserung in vier Streifen statt, welche in schmale Zipfel zerfallen, die zum Schutze der Art. digitales in die Ränder der dreigliedrigen Finger auslaufen.

Digitized by Google

grenze der Ballenmusculatur gegen die Tiefe um, und fliessen mit der die Mm. interossei von innen her überziehenden Fascie zusammen, wodurch eine Art von Fortsetzung des Carpalcanales durch die ganze Mittelhand, d. h. eine gemeinsame fibröse Scheide für die Sehnen der Fingerbeuger erzeugt wird, wie sie mutatis mutandis als besondere Scheide an jedem Finger in Gestalt der sogenannten Ligg. vaginalia, annularia und cruciata wiederkehrt.

Quain-Hoffmann, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Bd. I. S. 411 ff.

An der Hohlhand ist die Aponeurosis palmaris eine starke Aponeurose, welche aus einer mittleren und zwei seitlichen Abtheilungen besteht, ausgespannt, Die seitlichen Theile sind sehr dünn, sie bilden einen zarten, aber straffen Ueberzug über die kurzen Muskeln des Daumens und Kleinfingers, der mittlere Theil ist eine der stärksten Fascien des Körpers. Er füllt den Zwischenraum zwischen Daumen- und Kleinfingerballen aus, und hat, indem er nach unten gegen die Finger hin breiter wird, eine dreieckige oder fächerförmige Gestalt.

Das schmale Ende der Binde, dicker als die anderen Theile, und aus dicht gedrängten Längsbündeln bestehend, ist mit seiner hinteren Fläche an das Lig. carp. vol. propr. befestigt und setzt sich nach oben in die Sehne des M. palm. long. fort. Der breite Theil wird gegen die Finger hin allmählich dünner und ungleich, indem sich zwischen die fächerförmig ausgebreiteten Längsfasern Querfasern mischen; hier hängt derselbe fester mit der Haut der Hohlhand zusammen. Am untersten Theile der Hohlhand spaltet sich die Binde in vier Fortsätze, von denen ein jeder wieder gegen den Anfang des entsprechenden Fingers zwei Zacken besitzt. Diese senken sich zu beiden Seiten der zu dem Finger gehörenden Beugesehnen in die Tiefe, um sich an den Rändern des betreffenden Mittelhandknochens und an dem Lig. intermetacarpeum transversum zu befestigen. Von der Mitte eines jeden Fortsatzes begeben sich Längsfasern an die Haut und reichen bis an den Anfang der Finger. Diese Fingerfortsätze der Fascia palmaris werden noch durch unregelmässige transversale Fasern zusammengehalten, die unmittelbar unter der Haut liegen und der Fascie an der Stelle der divergirenden Fasern grössere Festigkeit verleihen. An dem Anfange der Finger verbinden sich diese Querfasern mit den Sehnenscheiden und gehen über die zu den Fingern verlaufenden Gefässe und Nerven als Ligam. transvers. digit. hinweg.

Krause, *Handbuch der menschlichen Anatomie.* Hannover 1879. Bd. II. S. 217.

Die Fascia palmaris, Hohlhandfascie, entsteht nicht allein aus der Ausbreitung des M. palmaris longus, sondern auch mit besonderen Fasern vom Lig. carpi vol. comm. und proprium. Sie ist aus dicken, glänzenden, longitudinalen und queren Faserbündeln gewebt; auf dem Daumenballen und am Ulnarrande der Hand dünner, in der Mitte der Hohlhand aber sehr stark; dieser mittlere Theil ist am Handgelenke schmal, breitet sich aber am Ende der Mittelhand beträchtlich aus und läuft mit vier durch Querfasern vereinigten Zipfeln bis zur ersten Phalanx des zweiten bis fünften Fingers, woselbst diese Zipfel in die Sehnenscheiden der Mm. flex. dig. und in die Ligg. capitulorum ossis metacarpi sich verlieren. Von ihrer volaren Fläche gehen sehnige Fasern in die Haut der Hohlhand.

Digitized by Google

Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie.* 1883. S. 392 und 393.

Die Fascie des Vorderarmes setzt sich auf die Hand fort. An der Volarfläche ist sie als eine lockere Schichte über die beiden Ballen ausgebreitet und geht von da sowohl in die Tiefe der Hohlhand als in ein den Raum zwischen beiden Ballen einnehmendes, gegen die Finger zu verbreitertes Sehnenblatt über: die Palmaraponeurose, in welche die Endsehne des Palmaris longus ausstrahlt. An den vier Fingern geht diese Aponeurose in den die Beugesehnen an die Volarfläche der Phalangen festhaltenden Bandapparat über, die Ligg. vaginalia. Mit dem Integumente ist die Apon. palm. durch straffes, kurzfaseriges Gewebe im Zusammenhang, welches das subcutane Gewebe durchsetzt.

Die Apon. palm. zeigt ausser den radiär verlaufenden Längsfasern noch eine quere Faserlage, die am Anfange mit den Faserzügen des Lig. carpi transv. in Verbindung steht, und erst am Ende der Aponeurose, wo sich dieselbe in vier Zipfel spaltet, oberflächlich hervortritt. Das ganze Sehnenblatt deckt die unter ihm zu den Fingern verlaufenden Beugesehnen, sowie die zu jenen sich vertheilenden Nerven und Blutgefässe.

Es ist zu erkennen, dass es sehr wünschenswerth ist, eine Untersuchung der Palmarfascie wieder aufzunehmen.

Es ist noch nicht bekannt, in welcher Weise die Fascie in ihren Fortsetzungen an die Haut sich befestigt; ferner fehlt es noch an einer genaueren Angabe über die anatomischen Verhältnisse des Schwimmbandes; ebenso sind auch die Beziehungen der Handfascie zu diesem Bande noch nicht festgestellt wie endlich auch Angaben darüber fehlen, wie die Fortsetzung der Fascie an den Daumen sich gestaltet.

Ist also die Palmarfascie ausser Anderem auch ein hydraulischer Apparat, für die Blut- und Lymphgefässe, so muss erst das anatomische Verhalten genau festgestellt werden, um die Richtigkeit der darauf hingehenden Angaben zu begründen. Ist die Fascie ferner eine Ergänzung des Knochenscelets, nämlich ein Bindegewebsscelet, welches sich an das Knochenscelet anschliesst, dieses ergänzt und in seiner Form und Gestaltung erhält gegenüber den deformierenden Kräften, die beim Druck der Hand auftreten, so muss auch hier erst die genaue anatomische Beschreibung geschaffen werden, um diese Functionen genauer zu erkennen.

Das Resultat der eigenen Untersuchung ist folgendes:

Nimmt man die Haut über der Fascie durch sorgfältige Trennung der in sie eingehenden fibrösen Bündel hinweg, so hat man eine kräftige, festgewebte, sehnig glänzende, im Allgemeinen dreieckige Platte vor sich, die

Digitized by Google

Beim Abpraepariren der Haut fällt die ungemein innige Verwachsung zwischen derselben und der Fascie auf, indem einmal kurze, dichtverfilzte Verbindungsfasern das subcutane Fettgewebe durchsetzend beide straff mit einander verbinden, sodann aber auch an verschiedenen Stellen die Ausläufer der Aponeurose direct in die Haut übergehen, wie das weiter unten ausführlich beschrieben werden soll.

Die Frage nach dem Ursprung der Palmaraponeurose lässt sich nicht erledigen, ohne das Verhalten der Vorderarmfascie an dieser Stelle besprochen zu haben, da zwar die oberflächlichere, längsfaserige Schicht der Volarfascie einfach als Aponeurose der Sehne des M. palm. long. angesehen werden kann, im Uebrigen aber die Fascia antibrachii an der Bildung betheiligt ist.

Nach der allgemein üblichen Auffassung ist die Vorderarmfascie, die an ihrem distalen Ende vorwiegend aus transversalen Fasern besteht, in der Gegend des Handgelenkes zu einem sehnigen, ringförmigen Streifen verdichtet, der armbandartig das Gelenk umgiebt. Es ist dies das „Ligament annulaire du carpe" Bourgery's, das „Ligamentum carpi commune" Henle's und v. Luschka's, das „Ligamentum annulare carpi" Quain-Hoffmann's. Dieses theilt man wiederum in ein Lig. carpi dorsale, s. annulare posterius und in ein Lig. carpi volare s. anterius, — oder mit Henle in einen ulnaren und radialen Theil des Lig. carpi commune.

Es sind in dieser Beziehung die vorliegenden Angaben ebenfalls noch ungenau und unzureichend.

Von der Fortsetzung der Vorderarmfascie, welche über Art. und N. ulnaris hinweggeht und eine Art Halbring bildet, ist streng zu unterscheiden das Lig. carpi dorsale und das Lig. carpi vol. proprium. Letzteres gehört zum Handskelet direct und hat mit Fasciengebilden überhaupt nichts zu thun; es verbindet die Ränder der quergekrümmten Handwurzel zu einem geschlossenen Ringe.

Das Lig. carpi dorsale hängt zwar in seinen oberflächlichen Lagen mit dem erwähnten Fascientheile zusammen, hat aber auch mit der Fascie des Vorderarmes selbst nichts zu thun, muss vollständig davon getrennt werden. Es ist ein deutlich abgrenzbares, stark entwickeltes System von festen, fibrösen Ringen, unter welchem die Sehnen der Strecker zum Handrücken verlaufen, die bei der Beweglichkeit der Hand leicht ihre Lage verlieren würden. Es beginnt an der radialen Seite an der Aussenfläche des Proc. styl. radii, geht, zunächst etwas ansteigend, um den radialen Rand des

Digitized by Google

kann nicht an der Ulna ansetzen wegen der Rotation des Radius und der Hand um die Ulna. Denn da der Radius in manchen Beziehungen gewissermaassen den Stiel der Hand darstellt und bei seiner Rotation um die Längsaxe mit der Hand eine mechanische Einheit bildet, so kann das Band nur an die Hand und nicht an die Ulna gehen, um welche sich Hand und Radius bei der Rotation drehen. Dadurch wird die schiefe Richtung des Lig. carpi dorsale bedingt.

Von der Innenfläche dieses Bandes aus gehen scheidewandartige Fortsätze in die Tiefe an's Periost. Dadurch werden sechs osteo-fibröse, mit Synovialmembranen ausgekleidete Canäle geschaffen, durch welche die Sehnen der Streckmuskeln wie durch feste Oesen hindurchziehen.

Von der Radialseite an gerechnet gehen durch die erste Scheide die zum Daumen gehenden Sehnen des Abductor poll. long. und Extensor poll. brevis; durch die zweite die des Extensor carpi rad. long. und brevis; durch die dritte, schräg über der zweiten verlaufende, die Sehne des Ext. poll. longus; durch die vierte die Sehnen des Ext. dig. comm. und indicis proprius; durch die fünfte die des Ext. dig. quinti und schliesslich durch die am meisten ulnarwärts gelegene, die Sehne des Extensor carpi ulnaris.

An der Volarseite des Handgelenks ist das Verhalten der Fascie nicht so einfach. Hier beschreiben die Autoren ein Lig. carpi comm. vol. im Gegensatz zu dem Lig. carpi vol. proprium, dem Lig. transversum Gegenbaur's, dem zuerst E. H. Weber die richtige Deutung gegeben. Dieses nämlich bildet ein mächtiges, sehniges Querband, welches von einer Eminentia carpi zur anderen ausgespannt, den Sehnen der Fingerbeuger als Retinaculum und Leitrolle dient. Dass dieses Band allein als „Ligamentum carpi volare" aufgefasst werden sollte, ergiebt der anatomische Bau wie die physiologische Function: „c'est lui qui constitue en réalité le ligament". Sappey a. a. O.

Es entsteht im Wesentlichen durch Kreuzung der sehnigen Ursprünge der Ballenmuskulatur, von denen die einen bis an das Erbsenbein, die anderen bis an die Tuberosität des Trapezbeines reichen, enthält aber an seiner hinteren Fläche auch Fasern, die von den tieferen Theilen der Handwurzelknochen stammen. Dieser tiefe Theil bildet vor den Handwurzelknöcheln Henle's Lig. carpi vol. profundum, wodurch ein querovaler Ring entsteht, durch welchen die Flexorensehnen und der N. medianus hindurchziehen.

Zwischen den Fasern des Bandes geht die Sehne des Flexor carpi rad. hindurch, während vor, oberhalb des Bandes, die Sehne des M. palm. long. und Flexor carpi uln., sowie Art. und N. ulnaris verlaufen.

Distalwärts setzt sich das Band in die querfaserige, tiefere Schicht der Palmaraponeurose fort, von der weiter unten die Rede sein wird. — Hier

Digitized by Google

möge nicht unerwähnt bleiben, dass bei gut durchpraeparirten Händen sich leicht nachweisen lässt, dass der Rad. int. an die Basis des zweiten und dritten Metacarpus sich ansetzt, der Ulnaris int. dagegen nicht am Os pisiforme endet, sondern am Haken des Os hamatum und an den Basen des dritten, vierten und fünften Metacarpus.

Durch diese Insertion helfen beide Muskeln die quere Wölbung der Hand sichern, ähnlich wie der Peroneus longus und Tibialis posticus die quere Fusswölbung sichern helfen. Die Ligg. piso-hamatum, jugale und bifurcatum (Arnold) sind demnach als selbständige Gelenkbänder zu streichen, da sie nur Theile von den erwähnten Muskelsehnen sind.

Die Fortsetzung der Vorderarmfascie der Beugeseite ist nur eine dünne, oberflächliche Schicht, die mit der Haut, wie mit den Muskeln, welche sie bedeckt, fest verwachsen ist und sich nach unten mit dem Lig. carpi vol. propr. verbindet.

Nach aussen vom Erbsenbein lässt sie die A. und N. ulnaris hindurchtreten, die aber noch von einem oberflächlichen Blatte der Fascie bedeckt bleiben.

In der Mitte zwischen Os pisiforme und dem Höcker des Os naviculare ist die Fascie mit dem darunterliegenden Lig. vol. fest verwachsen und an dieser Stelle, dem Daumenballen etwas näher wie dem Kleinfingerballen, verbindet sich mit ihnen die abgeplattete, sehr oberflächlich liegende Sehne des Palmaris longus, deren Fasern sich durch den longitudinalen Verlauf unterscheiden und leicht von dem queren Lig. carpi vol. propr., dem sie aufruhen, abpraeparirt werden können.

Hier ist somit der Ursprung der oberflächlicheren, längsfaserigen Schichte der Palmaraponeurose zu suchen, die in ihrem mittleren Theile als Aponeurose des Palmaris longus aufgefasst werden kann.

Fehlt dieser sehr variable Muskel, wie dies nach Krause bei 13 Procent der Fall ist, so nimmt auch diese oberflächlichste Schicht ihren Ursprung von der Vorderarmfascie und dem Lig. carpi volare.

Von der angeführten Ursprungsstelle aus strahlen nun die Längsfasern der aponeurotischen Sehne, zu einzelnen Bänderstreifen angeordnet, fächerförmig, gegen die Finger zu divergirend, aus. Gewöhnlich werden vier solcher Längsfaserzüge angegeben, nämlich einer für jeden der dreigliederigen Finger. Thatsächlich lässt sich aber an jeder Hand für den Daumen ein analoger Streifen nachweisen, der über dem Flexor poll. brevis nach der Volarfläche des Daumens zu verläuft.

Digitized by Google

Ueber den Theilsehnen des M. flex. dig. sublimis hinziehend, kann man die Längszüge deutlich bis in die Nähe der Fingercommissuren verfolgen. Hier aber verliert sich ein Theil ihrer Fasern direct in die Haut, ein anderer biegt um in jenen queren Fascienzug, der später Gegenstand der Untersuchung sein soll, ein dritter durchzieht dieses „Ligam. natatorium" und setzt sich zu beiden Seiten der Finger fort, wo die Fasern sich auflösen, das subcutane, volare Fettgewebe durchfilzen und einmal in der Tiefe mit Sehnenscheiden und Periost, sodann aber mit der Cutis selbst, besonders in den Beugefalten der Finger in Verbindung treten.

Zwischen den auseinanderweichenden Längsfaserbündeln erscheinen die tiefer gelegenen queren Verbindungsfasern, die oben als Fortsetzung des Lig. carpi vol. hingestellt wurden.

Sie erstrecken sich von dem ersten, zum Daumen ziehenden Längsstreifen aus unter den mittleren fort, bogenförmig bis zur ulnaren Grenze der Aponeurose. Doch reicht dieses Querband in seiner peripheren Ausdehnung, digitalwärts nur bis über die Metacarpophalangealgelenke, also bis in die Gegend, wo die Längszüge anfangen sich in der Haut der Vola zu verlieren.

Erst über den Fingerwurzeln, die volare Wand der Commissuren durchsetzend, treten wieder Querfasern auf und bilden hier, ziemlich genau über der Mitte der Grundphalangen jenes quere Band, das in weitem Bogen die Volarflächen der Finger mit einander verbindet. Der obere, concave Rand des etwa 1 cm breiten Randes verliert sich in der Volarhaut, mit welcher auch seine Vorderfläche so innig verbunden ist, dass das Abpraepariren der Haut der Fingercommissuren nur schwer gelingt. Die Verbindung dieses Querbandes, — welches, da es durch seine Verwachsung mit der Haut der Fingercommissuren einen schwimmhautähnlichen Vorsprung zwischen den Fingern bildet, passend als „Ligamentum natatorium" bezeichnet wird — mit den Längsfaserzügen der Palmaraponeurose ist schon erwähnt.

Besonders muss aber hervorgehoben werden, dass das Schwimmband nicht nur von der ulnaren Seite des Kleinfingers bis zur radialen Seite des Zeigefingers sich erstreckt, sondern auch deutlich zwischen letzterem und dem Daumen darzustellen ist. Man muss nur bei der Praeparation darauf achten, den Daumen nicht in der Volarebene zu fixiren, sondern denselben möglichst stark abducirt in halbe Opposition zu bringen; dann tritt, wie man auch am Lebenden sehen kann, der verbindende Strang zwischen Daumen und Zeigefinger scharf hervor und das Band lässt sich ohne Weiteres herauspraepariren. Es reicht das Schwimmband demnach radialwärts bis an die Daumenwurzel, wo es mit dem zum Daumen ziehenden Längsstreifen der Palmaraponeurose zusammentrifft und beide sich in der

Digitized by Google

Haut verlieren, die gerade über dem Daumenballen besonders stark von dem fasciösen Gewebe durchsetzt ist.

Zwischen der queren Schicht der Palmaraponeurose einer- und den fünf Längsfaserzügen andererseits, bleiben vier etwa trapezförmige Felder übrig, welche nicht von der Fascie, sondern unmittelbar von der Haut bedeckt sind. Hier befinden sich, eingebettet in starkes Fettgewebe in der Tiefe die Mm. lumbricales, darüber die Fingerarterien mit den begleitenden Nerven, sowie die verschiedenen Ursprünge der Venae metacarpeae. Im ersten Felde, zwischen Daumen und Zeigefinger erscheint der Zeigefingerast von der Art. princeps pollicis, begleitet von einem Zweige des Medianus; im zweiten und dritten Felde die entsprechende Art. dig. vol. comm., begleitet von den entsprechenden Nn. digit. volares vom Medianus; im vierten Felde ist die Art. dig. comm. IV sichtbar, begleitet von den Volarfingernerven des Ulnaris.

Da die Gabelung der Fingerarterien erst unterm oberen Rande des Schwimmbandes stattfindet, fällt es an skeletirten Händen auf, dass die Arterien so hoch hinauf an der ersten Phalanx ungetheilt verlaufen. Ein anderes Phaenomen wird ebenfalls durch die Lage des Schwimmbandes bedingt: Ein wesentlicher Unterschied nämlich zwischen der Formation der menschlichen- und Affenhand, besteht bekanntlich im Verhältniss der Länge der Finger zu der des Handtellers; auch hier handelt es sich nicht allein um Sceletverhältnisse, sondern auch namentlich um das Verhalten der Weichtheile. Die mehr digitale Lage des Schwimmhautbandes ist eine der Hauptursachen, weshalb uns die Finger z. B. des Gorilla so auffallend kurz erscheinen und die Handfläche solche Praeponderanz gewinnt.

Die oben erwähnten, von der Fascie nicht bedeckten Felder machen sich schon bei äusserer Betrachtung der Hand geltend. Dadurch nämlich, dass die sie umrahmende Fascie fest mit der Haut verwachsen ist, wird diese an den betreffenden Stellen bei gestreckten und adducirten Fingern in die Tiefe gezogen, während die dazwischen liegenden Fettmassen hervorquellen und die Haut über den Feldern hügelig hervortreiben. Spreizt man die Finger, so vergrössert sich der Zwischenknöchelraum und die Fettmassen verschwinden in der Tiefe.

Auf dieser Fähigkeit ihr Volumen jeweilen mit der Stellung der Finger zu ändern, beruht die Thatsache, dass die Zwischenknöchelgruben, die oben als Sammelstellen für venöses Blut und Lymphe hingestellt wurden,

Digitized by Google

vorn die mit der Haut verwachsene Schwimmhaut, hinten die Fascia dorsalis manus mit der Haut; als Motoren fungiren die Mm. interossei.

Der bisher beschriebene oberflächliche Theil der Palmaraponeurose — es soll diese Benennung für das selbständige fibröse Gebilde beibehalten werden, um einen principiellen Unterschied zwischen demselben und den Muskelfascien auszudrücken — steht nun verschiedentlich in unmittelbarer Verbindung mit den benachbarten und tiefer liegenden Fascienblättern. Seine seitlichen Ränder gehen unmittelbar über in die dünnen Bindegewebsblätter, welche die Ballenmuskulatur beiderseits bedecken und gewöhnlich als äussere und innere Palmarfascien beschrieben werden.

Von den Grenzrändern aus gehen ulnarwärts vom Daumenballen, längs dem Adductor poll. und radialwärts vom Kleinfingerballen, vor dem Flex. brevis dig. min. Fortsetzungen der queren Fasern in die Tiefe und vereinigen sich dort beiderseits mit der sog. „tiefen Volarfascie". Letztere stellt das dünne Fascienblatt dar, welches die Volarfläche der Mm. interossei bedeckt und daher auch als „Fascia interossea anterior" bezeichnet wird.

Es werden solchermaassen die Muskeln der Vola in drei Gruppen getheilt: eine äussere, mittlere und innere. Zu der mittleren zählen die oberflächlichen und tiefen Fingerbeuger, einschliesslich des Flexor poll. longus, dann die Mm. lumbricales und die Interossei. Es bildet sich hier durch die seitliche Vereinigung der Palmaraponeurose mit der Fascia interossea anterior ein geschlossener querovaler Canal, der den Sehnen der Fingerbeuger sowie den Lumbricalmuskeln, den Fingerarterien und Nerven zum Durchtritt dient. Es entspricht diese Anlage vollständig der durch das Lig. carpi vol. proprium am Handgelenk, wie durch die Ligg. vaginalia etc. an den Fingern gebildeten, so dass Sappey mit Recht der Palmaraponeurose den Namen einer „Metacarpusscheide der Fingerbeugersehnen" beigelegt hat.

Dieser Canal erfährt aber eine weitere Theilung in ähnlicher Weise wie das beim Lig. carpi dorsale beschrieben wurde. Gerade so wie dort sind sagittale Scheidewände von der volaren Fläche der Fascia interossea, bezw. den scharfen Cristae der Metacarpusknochen, zur tiefen, querfaserigen Schicht der Palmaraponeurose ausgespannt, in welche sie, nach aussen und innen umbiegend, übergehen. Dadurch werden secundäre Canäle gebildet, welche, sieben an der Zahl, so angeordnet sind, dass vier längere vor den

Digitized by Google

nachbarten Gelenke verbunden und dienen den Lumbricalmuskeln, den Finger-Arterien und -Nerven zum Durchtritt.

Man kann dies Verhalten am Praeparate in der Weise zur Anschauung bringen, dass man entweder die Sehne des Palmaris longus oberhalb des Handgelenkes durchschneidet, dieselbe, sowie die Palmaraponeurose von ihrer Unterlage, mit der sie nur durch lockeres Zellgewebe verbunden ist, bis zu der Stelle abpraeparirt, wo sich die sagittalen Scheidewände in die Tiefe senken und nun das Ganze digitalwärts umklappt, oder umgekehrt von den Fingern ausgehend die Fingerfortsätze, Schwimmhaut und Längsbänder im Zusammenhang bis zu den transversalen Fasern abpraeparirt und carpalwärts umklappt. Man sieht dann einmal das Eintreten, das andere Mal das Austreten der Sehnen, Muskeln, Gefässe und Nerven in, bezw. aus den soeben beschriebenen Canälen.

Die Palmarfascie, die also besser „Aponeurosis palmaris" zu nennen ist, um sie auch durch die Bezeichnung von den bindegewebigen Umhüllungen der Muskeln zu trennen, hat demnach ganz bestimmte Beziehungen zum Handskelet, wie zur Haut der Hand und der Finger. Aus dem, was über die anatomischen Verhältnisse dieser Aponeurose gesagt ist, geht hervor, dass sie dreierlei physiologische Functionen zu erfüllen hat:

1) sichert sie die Wölbung des Handskelets und wirkt den abflachenden Gewalten entgegen, welche bei Druck und Griff der Hand sich geltend machen;

2) hat sie eine hydraulische Bedeutung. Sie dient durch ihre wechselnde Spannung und Erschlaffung zur Vorwärtsbewegung des Blutes und der Lymphe, deren Strömung an der so peripherisch gelegenen Hand mit besonderen Schwierigkeiten zu kämpfen hat;

3) dient sie zur Sicherung des Griffes durch ihre straffe Flächenverbindung mit der darüber liegenden Haut. Die Haut würde sich von der Unterlage abheben, wie dies auch beim engsten Handschuh zu beobachten ist, wenn man die Hand zum Griffe kuglig krümmt, und dadurch würde der Griff unsicher werden.

Digitized by Google

Untersuchungen über die Vena saphena magna beim Menschen, besonders rücksichtlich ihrer Klappenverhältnisse.

Von

Karl Klotz,
approb. Arzt.

(Aus der topographischen Abtheilung des Professor Braune.)

(Hierzu Taf. XII.)

Die Untersuchungen über Venen sind theilweise noch lückenhaft, unzutreffende Angaben älterer Anatomen werden hin und wieder noch ungeprüft in neuere Werke herübergenommen, und doch hat eine genauere Kenntniss der vorliegenden anatomischen und physiologischen Verhältnisse eine so grosse Bedeutung für Theorie und Praxis verschiedener medicinischer Wissenszweige, dass es geboten erscheint, durch Untersuchungen über das Venensystem zur specielleren Kenntniss desselben beizutragen, und etwaige irrige Ansichten zu widerlegen.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt an zehn Leichen, nämlich sieben Erwachsenen (Nr. I bis VII), zwei Neugeborenen (Nr. VIII und X), und einem achtmonatlichen Foetus (Nr. IX). Dabei wurde folgende Methode angewandt:

Zunächst wurde die Saphena magna mit allen Aesten und Verbindungen freigelegt, und zwar bei den Cadavern VIII bis X in ihrer ganzen Ausdehnung, bei den Cadavern I bis VI, die zur Muskelpraeparation bestimmt waren, nur von einigen Centimetern distal des inneren Knöchels an, um nicht ein Austrocknen der Füsse zu verursachen.

Digitized by Google

Nun wurde eine naturgetreue Zeichnung des Praeparates aufgenommen, ungenau nur insofern, als die Kaliber der Venen, um der Deutlichkeit der Zeichnung willen, alle verhältnissmässig etwas vergrössert wiedergegeben wurden. Darauf wurde die Vene an ihrer Einmündung in die Cruralis eröffnet, eine Canüle eingebunden, und durch Eintreiben von Wasser unter gelindem Drucke die nächst obere Klappe gesucht und sofort als Ψ genau in die Zeichnung eingetragen; nun wurde die Vene bis zu der gefundenen Klappe aufgeschnitten, die Canüle dort wieder eingesetzt und so durch Wiederholung des Versuches nach und nach die ganze Vene nach functionirenden Klappen abgesucht, ebenso die stärkeren Aeste und Verbindungen. Sehr schwache Aeste wurden eine Strecke vom Saphenastamme entfernt durchgeschnitten und, je nachdem sie die Injectionsflüssigkeit hielten oder nicht, auf der Zeichnung mit oder ohne Klappenverschluss eingetragen. Danach wurde die Vene nebst Aesten ausgetrennt und ihre Innenfläche unter der Loupe genau gemustert, wobei sich meistens noch eine grössere Zahl geschrumpfter Klappen vorfanden.

Die zum Verständniss verwendeten Zeichen sind folgende: Wie schon bemerkt, wurden die functionirenden Klappen als Ψ bezeichnet; als ⌣' sind Klappen bezeichnet, die, nicht functionsfähig, doch erst in beginnender Rückbildung begriffen waren. Als ⌣ sind schon vollständig geschrumpfte Klappen bezeichnet. Unter ⌣ endlich sind alle Klappen zusammengenommen zu verstehen, ohne Unterschied ob functionirend oder nicht.

Zur leichteren Orientirung soll ein Ast, der regelmässig unter dem Malleolus medialis weg nach vorn zur Saphena magna tritt, in dieser Arbeit als Ramus inframalleolaris bezeichnet werden. Saphena magna wird abgekürzt in S. M.

Im Folgenden wird zunächst der Befund, den jedes einzelne Cadaver ergab, berichtet werden, und wird auf die beiliegenden Zeichnungen verwiesen:

Leiche No. I. 54jähr. Selbstmörder. ca. 170 cm lang.

Links: S. M. am Knie sehr weit hinten verlaufend, ca. 84 cm lang, vom Eintritte des Ramus inframalleolaris an gemessen. Etwa 11 cm centralwärts von diesem geht nach hinten zur Saphena parva eine starke Verbindung, stärker als die Fortsetzung der S. M., daher bleibt diese auch schwächer als die der rechten Seite. Zwei Verbindungen mit den tiefen Venen finden sich in der Mitte des Unterschenkels und aus dem Ramus inframalleolaris.

Digitized by Google

Klappen: (von der Klappe, dicht über dem Ramus inframalleolaris einschliesslich an gerechnet)

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
◡	6	10	16
⚲	4	5	9
⌣!	2	1	3
◡	—	4	4

Rechts: S. M., ca. 85 cm lang, verläuft am Knie gleichfalls ziemlich weit hinten. In Mitte des Unterschenkels eine starke Verbindung mit der Tiefe, kurz danach eine Nebenbahn, die sich nach mehreren Anastomosen mit der Hauptbahn, im unteren Drittel des Oberschenkels wieder mit derselben vereinigt.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
◡	6	8	14
⚲	4	5	9
⌣!	—	1	1
◡	2	2	4

Die ⚲ Klappen von * bis incl. ** functionirten bei dem Versuche zwar nicht, hatten jedoch kein Zeichen von Schrumpfung, und eine Erklärung für das Nichtfunctioniren lieferten eine Anzahl zäher Blutgerinnsel, die sich in der Vene fanden und einen Klappenschluss verhinderten.

Leiche No. II. 48½ jähriger Selbstmörder. Musculöser Mann, ca. 165 cm lang. (Taf. II. Fig. 1.)

Links: S. M. 81 cm lang, verhältnissmässig schwach. Die aus dem Arcus venosus dorsalis pedis hervorgehende Vene tritt über den inneren Knöchel weg nach hinten und mündet in die Saph. parva. Die S. M. dagegen entspringt auf der Höhe des Fussrückens und ist anfangs sehr schwach, verstärkt sich aber im Gebiete des Unterschenkels bald wesentlich durch Aufnahme zweier Venen, die von vorn her aus der Saphena parva zu ihr treten.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa

Digitized by Google

Rechts: S. M., 81 cm lang, zeigt im Verlaufe keine Besonderheiten. Im mittleren Drittel des Unterschenkels zwei bedeutende Verbindungen mit der Tiefe; das bei dem Versuche eingespritzte Wasser entleert sich schon bei ganz geringem Drucke durch die in der Fossa ovalis aufgeschnittene Vena cruralis, in dem es durch oben erwähnte Verbindungen nach den tiefen Venen entweicht.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	6	9	15
Ψ	5	6	11
∪	1	3	4

Leiche No. III. 25jähriger Sträfling. 170 cm. (Taf. XII. Fig. 2.)

Links: S. M., ca. 82 cm lang, giebt noch ca. 3 cm vor Eintritt des Ram. inframalleolaris eine Seitenbahn ab, die, wenig schwächer im Caliber, aber etwas oberflächlicher in der Lage, sich mit dem Hauptstamme erst 6 cm vor der Einmündung in die Cruralis wieder vereinigt, auf der Zwischenstrecke einige Mal mit ihr anastomosirend.

Klappen der Hauptbahn:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
Ψ	6	7	13
∪	6	5	11
∪	—	2	2

Klappen der Nebenbahn:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	13	6	19
Ψ	11	5	16
∪	2	—	3
∪!	—	1	

Mittel aus Haupt- und Nebenbahn (rund) 16 ∪, 13 Ψ.

Während sich in der Nebenbahn unter dem Knie eine klappenlose Strecke von $15^1/_2$ cm findet, folgt dicht darunter eine ausserordentlich klappenreiche Strecke. Die genau gemessenen Distanzen ergaben:

zwischen 1 und 2 : 18 mm
3 - 4 : $16^1/_2$—17 mm
4 - 5 : 20 mm
5 - 6 : 12 -
6 - 7 : 10 -
7 - 8 : 11 -
8 - 9 : 19 -
9 - 10 : 16 -
10 - 11 : 16 -

Digitized by Google

Hervorzuheben ist, dass die als 1 und 2 bezeichneten Klappen einander entgegengesetzt und zwar so gerichtet sind, dass sie alles Blut von oben und unten her in den Abfluss nach der Tiefe leiten, der sich zwischen beiden findet.

Rechts: S. M., 83 cm lang, gleichfalls mit einer Seitenbahn, welche sich 4 cm über dem Ram. inframalleolaris abzweigt, kurz danach einen Abfluss nach der Tiefe hat, sich aber dann durch Aeste verstärkt. Nachdem sie mit zwei kurzen Anastomosen dem Hauptstamme aufgesessen hat, vereinigt sie sich mit demselben wieder kurz vor der Mitte des Oberschenkels. An derselben Stelle geht dann eine zweite Seitenbahn ab, welche ca. 9 cm unter Einmündung in die Cruralis zur Hauptbahn zurückkehrt. An dieser Seitenbahn finden sich zwei Klappen in einer Distanz von 10 mm.

An der Hauptbahn im Bereiche des Unterschenkels eine klappenlose Strecke von $25^1/_2$ cm Länge.

Klappen an der Hauptbahn:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	4	6	10
⊕	4	4	8
∪	—	2	2

Klappen an der Nebenbahn:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	8	10	18
⊕	8	8	16
∪	—	2	2

Mittel: 14 ∪, 12 ⊕.

Leiche No. IV. ca. 30jähriger unbekannter Selbstmörder, musculös, 163 cm lang.

Links: S. M., 79 cm lang, ohne Besonderheiten. In der unteren Hälfte des Unterschenkels bei * eine Anastomose mit einem Nebenast, die das Blut nach dem Nebenaste ableitet nach dem vielleicht ursprünglich relativ stärkeren Abflusse nach der Tiefe, der sich dort findet. Der Ramus inframalleolaris erhält einen starken Zufluss aus der Tiefe.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	5	6	11
⊕	5	5	10
∪	—	1	1

Digitized by Google

Die Klappen waren mehrmals in sehr kurzen Abständen angebracht; es betrug die Entfernung von 4 und 5 : 18 mm, von 8 und 9 : $9^1/_2$ mm, von 11 und 12 : 10 mm, von 12 und 13 : 27 mm, von 14 und 15 : 11 mm.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	8	7	15
Ψ	7	5	12
∪	1	2	3

Leiche No. V. 42jähriger Selbstmörder, 165 cm lang. In der Knöchelgegend zwei Verbindungen mit der Tiefe. Am Unterschenkel eine $30^1/_2$ cm lange klappenlose Strecke, an Knie und Oberschenkel eine solche von 20 cm Länge.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	3	4	7
Ψ	2	3	5
∪	1	—	1
∪!	—	1	1

Rechts: S. M., 79 cm lang. Auch hier längere klappenlose Strecken. In der Mitte des Unterschenkels Abfluss nach der Tiefe mit Klappenventil dahin. Kurz vor Einmündung in die Cruralis zwei Klappen in einem Abstande von 11 mm.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	2	6	8
Ψ	2	5	7
∪	—	1	1

Leiche No. VI. 30jähriger Selbstmörder, gegen 170 cm lang, kräftige Musculatur.

Digitized by Google

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	7	8	15
Φ	7	5	12
∪	—	3	3

Rechts: Gleichfalls eine kleine Seitenbahn durch Verbindungen unter den hinteren Aesten, der am linken Beine fast symmetrisch.

Abstand zwischen Klappe 1 und 2 knapp 19 mm, zwischen 3 und 4 : 18 mm, zwischen 6 und 7 : 10 mm.

Klappen:

	Uuterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	8	6	14
Φ	7	5	12
∪	1	1	2

Leiche No. VII. $70^1/_2$ jähriger Zuchthäusler, gegen 170 cm lang, senil-marastisch.

Links: S. M., 81 cm lang, weit und schlaff. In Kniegelenkshöhe mündet die Saphena parva ein. Im oberen Drittel des Oberschenkels, lateral von der S. M. fand sich beim Praepariren ein $7^1/_2$ cm langer, harter, ballbleistiftstarker Strang †, der anfänglich für einen Nervenstrang gehalten wurde. Es zeigte sich aber dann, dass er vom Stamme der S. M. centripetal zu einem Aste derselben ging, und sich als ein obliterirtes Gefäss ergab. Etwa 10 cm über der Kniegelenkspalte eine starke Verbindung nach tiefen Venen.

Klappen von dem Ram. inframalleolaris an gerechnet:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	4	11	15
Φ	2	2	4
∪	1	9	10
∪!	1	—	1

Digitized by Google

führt aus letzterer nur ein schwacher Ast. Bei dem Injectionsversuche fand sich gleich von der ersten Klappe * (an der Einmündung in die Cruralis) an bis zu der mit ** bezeichneten Klappe in der Mitte des Unterschenkels, also auf einer Strecke von ca. 59 cm, kein weiteres Ventil, wiewohl einige Klappen im Schrumpfungsprocesse noch nicht weit vorgeschritten waren. Unter der Klappe ** dann weiterhin bis zur Mitte des Fusses ebenfalls eine klappenlose Strecke.

Klappen:

	Unterschenkel	Oberschenkel	Summa
∪	6	11	17
Φ	1	1	2
∪	3	8	11
⊃!	2	2	4

Leiche No. VIII. Neugeborener Knabe, in Spiritus aufgehoben, linkes Bein abgeschnitten. 55 cm lang.

Rechts: S. M., 17·7 cm lang von der Klappe dicht über dem Ram. inframalleolaris an gerechnet. Dieser Ast ist relativ stark, setzt sich nach der Saphena parva fort und enthält eine Klappe, die nach letzterer Vene hinführt. Ca. 1 cm über Malleolus medialis Verbindung mit der Tiefe. Kurz vor dem Kniegelenke zweigt sich eine hintere Seitenbahn ab, die, in zwei Aeste getheilt, im mittleren Drittel des Oberschenkels zur Hauptbahn zurückgekehrt. Knapp 1 cm über der Einmündung in die Cruralis erhält die S. M. zwei kleine Aestchen von der Gegend der Symphysis oss. pubis. Diese erhalten die S. M. dann, wenn das Bein auswärts rotirt und abducirt wird, in einer beträchtlichen Spannung, sodass dann die Vene einen rechten Winkel bildet, dessen Scheitel durch den medianwärts gerichteten Zug jener zwei Aestchen bestimmt ist. (Nr. VIII a.) Bei einwärts rotirter und adducirter Beinstellung dagegen fehlt diese Erscheinung.

Es fanden sich in der Vene 18 functionsfähige Klappen, Spuren von eingegangenen waren nicht zu finden.

Leiche Nr. IX. ca. 41 cm langer. 32 wöchentlicher Foetus.

Digitized by Google

pedis verstärkt die Saphena parva, besitzt jedoch eine Anastomose mit der S. M., welche auf der Höhe des Fussrückens entspringt. Im Uebrigen ist nichts besonderes zu erwähnen. Achtzehn Klappen, alle functionirend, nämlich acht am Unterschenkel, zehn am Oberscheukel.

Leiche Nr. X. 51 cm langer Neugeborener, schwächlich und welk.

Links: $17^1/_2$ cm lange S. M. ist in ihrer grössten Ausdehnung doppelt. Der Stamm theilt sich nämlich noch vor der Mitte des Unterschenkels in zwei gleichwerthige Aeste, die sich erst in der Mitte des Oberschenkels wieder vereinigen. Die hintere Bahn erhält am Knie einen Zufluss aus der Tiefe.

Die hintere Bahn hatte 13, die vordere 16 gut functionirende Klappen. (Mittel $14^1/_2$.) Eine Spur von geschrumpften Klappen war nicht zu finden.

Rechts: 18 cm lange S. M. besitzt an der Kniegegend eine Verbindung mit der Tiefe. Es waren 15 Klappen zu finden, alle gut functionirend.

Nachträglich muss noch bemerkt werden, dass der Versuch bei Nr. IX und X so ausgeführt wurde, dass das in den Venen enthaltene Blut in centrifugaler Richtung fortgeschoben wurde, wobei sich alle Klappen deutlich zeigten.

Die einzelnen Resultate, welche sich bei den oben berichteten Untersuchungen ergeben haben, sollen in Folgendem zusammengestellt und somit die Verlaufs- und Klappenverhältnisse der Vena saphena, wie sie sich an den zehn Cadavern ergeben haben, dargestellt werden.

Die S. M. nimmt ihren Ursprung aus dem medialen Schenkel des Arcus venosus dorsalis pedis, sie tritt dann vor dem Maleolus medialis weg zum Unterschenkel und verläuft hier in der Rinne zwischen der medialen Kante der Tibia und dem Wulste der Wadenmusculatur, und tritt dann schräg nach oben und hinten hinter die Höhe des medialen Condylus femoris, um dann geradlinig zur Fossa ovalis aufzusteigen, wo sie sich in die Cruralis ergiesst. In zwei Fällen ist der Ursprung abnorm auf der Höhe des Fussrückens, wogegen der mediale Schenkel des Arcus dorsalis zur Saphena parva führt. Dementsprechend ist in diesen zwei Fällen (Nr. II links und Nr. IX rechts) auch das Caliber der S. M. anfänglich sehr klein.

Wie schon Henle angiebt, münden sehr oft die Venae pudendae externae, epigastricae superficiales, ausserdem auch die Circumflexae ilium in den Endtheil der S. M.

In vielen Fällen fand sich der Stamm der S. M. auf kürzeren oder längeren Strecken, einige Male (Nr. III) fast in der ganzen Ausdehnung der Vene doppelt; doch sind solche doppelte Stämme meist nicht gleichwerthig, sondern der eine ist schwächer im Caliber, oberflächlicher ver-

Digitized by Google

laufend, und nimmt die Mehrzahl der Zuflüsse auf (z. B. Nr. III links). Kürzere Verdoppelungen, die sogenannnten Inselbildungen, finden sich oft am Knie, wobei dann die zwei Stämme meist die Höhe des Condylus femoris zwischen sich fassen. Fast ausnahmslos sind solche Doppelstämme durch quere Anastomosen unter einander verbunden (vergl. Nr. III.)

Mit der Saphena parva steht die Magna oft in Verbindnng. Abgesehen von dem gemeinsamen Ursprung aus dem Arcus dorsalis finden sich, bald indirect durch Aeste vermittelt, bald direct von Stamm zu Stamm Communicationen, vornehmlich am Unterschenkel. Auch hier wieder ist Nr. II links bemerkenswerth; zum Ersatz für das Blut, das der mediale Ast des Arcus der Saphena parva zuführt, verstärkt sich hier die S. M. durch zwei starke Zuflüsse, welche von der lateralen Seite des Unterschenkels über die Höhe der Tibia weg zu ihr treten. Andererseits findet sich in Nr. I links eine Hand breit über dem Knöchel ein starker Abfluss aus der S. M. in die Saphena parva. Fast regelmässig empfängt in der Kniegegend die S. M. einen oder mehrere Zuflüsse aus der Saphena parva, bei einem Cadaver (Nr. VII) tritt sogar der Stamm der Parva in die Magna, während nur je ein kleiner Ast in die Poplitaea mündet, ein Verhältniss, das Henle als gleich häufig darstellt mit der Einmündung der Parva in die Poplitaea.

Verbindungen der S. M. mit tiefen Venenbahnen finden sich häufig in der Knöchelgegend, wo sie bald direct die S. M. verlassen, bald aus oder zu dem Ramus inframalleolaris treten. Häufig finden sich ferner am Unterschenkel und zwar meist im mittleren und oberen Drittel Aeste, die sich in die Tiefe einsenken und Verbindungen herstellen mit den Venae tibiales. Auch am Oberschenkel finden sich Verbindungen mit tiefen Venen (z. B. Nr. I, II, VII).

Es mag noch erwähnt werden, dass im Verlaufe der S. M., wie auch in den Abnormitäten, den Verbindungen, Verdoppelungen und dergl. oft eine deutliche Symmetrie besteht. So verläuft z. B. bei Nr. I die S. M. in der Kniegegend auf beiden Seiten ausserordentlich weit hinten. Ferner wäre auf Nr. III zu verweisen, wo beiderseits die Vene fast in ihrer ganzen Länge doppelt ist, weiterhin auf die doppelseitige Einmündung der Saphena parva in die Magna bei Nr. VII u. s. w. Selbst in der Anordnung und dem Verlauf der Aeste findet sich wiederholt eine solche Symmetrie.

Die Klappenverhältnisse der S. M., deren Untersuchung ja in erster Linie Zweck war, haben Folgendes erkennen lassen:

Das Vorkommen von Klappen wurde in den beschriebenen Fällen

Digitized by Google

der Klappen fand es sich, dass sie in der Regel im Zusammenhange mit Asteinmündungen angebracht waren, so zwar, dass eine im Stamme kurz vor dem einmündenden Aste, im Aste eine zweite nahe dem Eintritt in den Stamm zu finden war. Dieses Verhältniss fand sich seinerseits schon wieder oft bei Einmündung von Nebenästen in Hauptäste. Wenn indessen die Behauptung aufgestellt worden ist, dass die Klappenverschlüsse sämmtlich und ausschliesslich in diesem Sinne angebracht seien, dass also central von jeder Klappe eine Asteinmündung und peripher von jeder Asteinmündung eine Klappe vorhanden sei, so ist dies wohl nicht ganz richtig Selbst bei dem Foetus und bei den zwei Neugeborenen, die ja hier in erster Linie in Frage kommen, da bei ihnen die ursprünglichen Verhältnisse noch nicht durch Rückbildungsprocesse verwischt sind, zeigten sich in vielen Fällen Klappen, ohne dass trotz genauester Untersuchung centralwärts von ihnen Asteinmündungen nachweisbar gewesen wären, und andererseits Asteinmündungen, ohne dass oberhalb derselben entsprechende Klappenventile existirt hätten. Uebrigens fanden sich die Klappen im Stamme in sehr verschiedener Entfernung von dem Aste, und im Aste ist gleichfalls die Klappe von der Einmündung häufig weit zurückgerückt, und dann meist beim Eintritte eines Nebenastes angebracht.

In den Verbindungen zwischen Saphena magna und parva fanden sich stets Ventile, die den Blutstrom in einer Richtung sicherten.

Die Verbindungen mit den tiefen Venen wurden zur Schonung der Muskelpraeparate nur bis zu ihrer Einsenkung in die Tiefe untersucht, und zeigten auf dieser Strecke der Mehrzahl nach keine Ventile, einige jedoch (Nr. III links und rechts, Nr. V rechts) besassen eine Klappenvorrichtung, die die Blutströmung nach der Tiefe leitet, andere (Nr. IV rechts, Nr. V rechts) enthielten Ventile für eine Strömung aus der Tiefe nach der S. M. Wo dagegen keine Ventile zu finden waren, liess sich die Injectionsflüssigkeit überall leicht in die Tiefe treiben, zuweilen jedoch durch Massiren auch wieder zur Oberfläche befördern. Somit besteht nicht, wie Luschka behauptet, in solchen Verbindungswegen eine Strömung ausschliesslich nach der Tiefe, sondern anscheinend existiren neben solchen auch neutrale Verbindungen, sicher aber auch Zuflüsse nach der S. M. aus der Tiefe, was auch der Beobachtung von Henle entspricht, nach welchem die tiefen Venen Abflüsse nach den Hautvenen haben.

Noch ist zu erwähnen die Klappenanordnung in den Queranastomosen. Es ergiebt sich, dass in diesen, sobald sie annähernd gleichwerthige Bahnen verbinden (z. B. Nr. III rechts zweimal, links in der Höhe der Tuberositas tibiae, Nr. X links am Knie) überhaupt keine Ventile existiren, wenn sie hingegen ungleich starke Stämme verbinden, Klappen zu finden sind, die das Blut nach dem stärkeren hinführen (z. B. Nr. III links bei †).

Digitized by Google

Die Unterschiede bezüglich der Zahl, in welcher bei einem und demselben Individuum in verschiedenen Regionen der S. M. die Klappen angebracht sind, scheinen unwesentlich zu sein. Nicht erweisen liess sich in meinen Fällen die Angaben von Bardeleben, dass sich an den Gelenken und speciell am Kniegelenk besonders lange klappenlose Strecken fänden; dagegen bestätigte sich die Angabe desselben Forschers, dass im Bereiche des Unterschenkels sich in der Regel weniger Klappen fänden, als in der etwa gleich langen Strecke am Oberschenkel. Die Ursache davon ist wohl schwer aufzufinden; vielleicht ist die S. M. am Unterschenkel weniger äusseren mechanischen Einwirkungen ausgesetzt, als am Oberschenkel. Für nicht zutreffend möchte ich die Erklärung von Bardeleben halten, welcher behauptet, schon im Foetalleben schrumpfe ein grosser Theil der Klappen am Unterschenkel in Folge der grossen darüber lastenden Flüssigkeitssäule. Erstens nämlich ist es mir nicht gelungen, bei den zwei Neugeborenen und dem Foetus Spuren von Klappenschrumpfungen zu finden; zweitens würde jene Erklärung allen Erfahrungen widersprechen; denn überall im Körper sieht man, dass mechanische Vorrichtungen, die ihrer Bestimmung zu dienen Gelegenheit finden, nicht gleich Anfangs bei der Entwickelung untergehen, sondern erst später im Alter reducirt werden. Lastet überhaupt beim Foetus, der meist die Schädellage einnimmt, eine sonderlich grosse Flüssigkeitssäule auf der S. M.? Ausserdem wirkt, wie ich glaube, eine hohe Blutsäule nur dann auf die S. M., wenn sich der Blutstrom centralwärts bewegt, die Klappen also der Gefässwand anliegen; denn steigert sich einmal der Druck in der Vene, so dass das Blut zurückstaut, so wird die Blutsäule sofort in eine Anzahl Segmente zerlegt, den Zwischenstrecken zwischen je zwei Klappen entsprechend, und diese Strecken sind bei dem Reichthum der foetalen Venen an functionirenden Ventilen nicht so gross, dass der distal abschliessende Klappenapparat geschädigt werden könnte.

Bemerkenswerthe Resultate liefert ein Vergleich der Klappenzahlen bei verschiedenen Individuen. Die Unterschiede in der Anzahl der Klappenventile ohne Rücksicht auf ihre Functionsfähigkeit (⌣) sind rein individuelle, wie folgende Zusammenstellung annehmen lässt:

Leiche	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
enthielt	30	28	30	26	15	29	32	36	35	30 Klappenventile in beiden Venae saphenae magnae zusammen. (Bei dem Knaben Nr. VIII ist die Zahl, die von dem einen Bein gefunden wurde, verdoppelt.

Hier sind also die Extreme 15 und 36. Ein innerer Grund für die Unterschiede ist nicht aufzufinden.

Anders steht es, wenn man die Zahlen der functionsfähigen Klappen verschiedener Individuen zusammenstellt.

Digitized by Google

A. Leiche Nr.	B. Alter	C. Functionirende Klappen	D. Klappen überhaupt	E. Verhältniss von C : D in Procenten ausgedrückt
VII	$70^1/_2$	6	32	19 Proc. knapp
I	54	18	30	60 „
II	$48^1/_2$	20	28	71 „ reichlich
V	42	12	15	80 „
IV	30	22	26	85 „ knapp
VI	30	24	29	83 „ knapp
III	25	25	30	83 „ reichlich
VIII	—	36	36	100 „
X	—	30	30	100 „
IX	$-^1/_6$	35	35	100 „

Diese Zahlen sprechen es deutlich aus, dass mit zunehmendem Alter ein zunehmender Procentsatz der ursprünglich vorhandenen Klappen schrumpft. Während beim Foetus und den zwei Neugeborenen trotz genauester Musterung unter der Lupe keine geschrumpfte Klappe zu finden war, sind beim 25jährigen Mann 17 Procent, beim 48jährigen 29 Procent, beim 54jährigen 40 Procent und beim 70jährigen Greis gar 81 Procent geschrumpft. Aus diesem Vorgange darf man wohl das häufige Auftreten von Varicen sowie die Beschwerden erklären, den Schmerz in den Beinen, und die leichte Muskelermüdung, die sich mit dem Alter einstellen; denn wenn auch durch Muskelcontractionen und Gelenkbewegungen noch Druck und Saugwirkungen auf die S. M. hervorgebracht werden, so ist doch dann nicht mehr durch genügende Ventile dafür gesorgt, dass das Blut nur in der Richtung nach dem Herzen entweichen kann. Erwähnt mag hier werden, dass ich einige varicöse Rosenvenen untersuchte, in denen allen sich ganz auffallend wenig functionirende Klappen fanden. Bei einem 44jährigen Manne enthielt sogar die eine hochgradig varicöse S. M. ausser der Klappe an der Einmündung in die Cruralis nur noch eine, ca. drei Finger breit über dem Knöchel.

Es drängt sich nun die Frage auf: Wie kommt es und welcher Ursache ist es zuzuschreiben, dass die Schrumpfung jener wichtigen Ventilapparate eintritt? Das rapide Ansteigen der Schrumpfung im Greisenalter, von 40 Procent im 54. Jahre bis zu 81 Procent mit 70 Jahren, lässt vermuthen, dass es eine Theilerscheinung des allgemeinen Rückbildungsprocesses ist, der mit Eintritt in's Greisenalter beginnt. Wie es aber zu erklären ist, dass die Schrumpfungen schon so zeitig anfangen, dass sie im 25 Jahre schon 17 Procent betragen, dafür fehlt mir jede Erklärung.

Bei der Schrumpfung wird die Klappe kürzer und derber, ragt dann noch als Bogenwulst in das Venenlumen hinein, und kennzeichnet sich

Digitized by Google

endlich nur noch als bogenförmige, sehnig schillernde Zeichnung auf der Innenfläche der Venenwand. Nicht immer schrumpfen beide Taschen eines Ventils zugleich; zweimal fand ich solche Ventile, deren eine Klappe bereits vollständig geschrumpft war, wogegen die zugehörige noch ganz intact war; in beiden Fällen jedoch war die einzelne Tasche insufficient.

Schliesslich soll berichtet werden über die Resultate von Prüfungen der Richtigkeit des Bardeleben'schen Klappendistanzgesetzes, welche aber nur dann, wenn sich Klappen in geringen Entfernungen von einander vorfanden, vorgenommen wurden. Auf eine Messung grosser Klappendistanzen glaubte ich nämlich keinen Werth legen zu dürfen aus folgenden Gründen: Bei der leichten Dehnbarkeit und der unvollständigen Fixation der Venen im praeparirten Zustande läuft beim Anlegen des Maasses durch unbeabsichtigtes Spannen der Vene u. s. w. gar leicht ein Fehler unter. Bedenkt man nun weiter, dass die Distanzen nach Bardeleben durch Wachsthumsverhältnisse, Verzerrung der Vene u. s. w. zuweilen sehr ungenau den nach seinem Klappendistanzgesetz vorauszusetzenden Maassen entsprechen, wie auch Bardeleben in seinen Fällen z. B. anstatt der erforderlichen 5·5 mm 8 mm als Distanz fand und auf obige Fehlerquellen zurückführt; berücksichtigt man ferner, dass solche Fehler in Multipeln der Grunddistanz sich auch multipliciren müssen, so glaube ich mit Recht die bei grossen Klappendistanzen gefundenen Maasse für nicht beweiskräftig zu halten. Dagegen wurden bei kleinen Distanzen, die also etwa dem ein- bis vierfachen der Grunddistanz 7 mm hätten entsprechen können, folgende Resultate gefunden: Die Abstände betrugen:

bei Nr. III links: 18, $16^1/_2$—17, **20**, 12, 10, 11, 19, 16, 16 mm
bei Nr. III rechts: 10 mm
bei Nr. IV rechts: 18, $9^1/_2$, 10, **27** und 11 mm
bei Nr. V rechts: 11 mm
bei Nr. VI links: 18 und **$15^1/_2$** mm
bei Nr. VI rechts: 19, 18 und 10 mm

Somit wären von den 21 ausgeführten Messungen nur etwa die drei fettgedruckten Zahlen für das oben genannte Gesetz zu benutzen, indessen könnten sie ebensogut zufällig den Multipeln der Zahl 7 nahestehen; zu Gunsten der Richtigkeit des Gesetzes sprechen die gefundenen Resultate jedenfalls nicht.

Digitized by Google

Beschreibung der Abbildungen.

(Taf. XII.)

Fig. 1. Fall Nr. II. S. 161. Musculöser erwachsener Mann.

Fig. 2. Fall Nr. III. S. 162. 25jähriger Mann.

Fig. 3. Fall Nr. VIII. S. 166. Neugeborener Knabe.

Fig. 4. Fall Nr. IX. S. 166. 41 cm langer Foetus.

Fig. 5. Fall Nr. X. S. 167. Neugeborener Knabe.

Ψ functionirende Klappe. ⌣ geschrumpfte Klappe.

Digitized by Google

Ueber das Photographiren von Schnittreihen.

Von

Wilhelm His.

Bei der nunmehrigen Entwickelung der Mikrotomtechnik ist es jedem mit feineren anatomischen oder embryologischen Arbeiten beschäftigten Forscher möglich, binnen verhältnissmässig kurzer Frist grosse Summen von feinen Durchschnitten zu gewinnen. Minder leicht ist es, den Ueberblick über ein solches nach Tausenden zählendes Schnittmaterial zu bewahren, und dasselbe auch anatomisch gehörig zu beherrschen. Vor kurzem habe ich erneute Gelegenheit gehabt, über das Zeichnen embryonaler Durchschnitte und über die Methoden plastischer Reconstruction mich auszusprechen[1] und dabei habe ich auch der Versuche erwähnt, die umständliche Methode des Zeichnens mit dem Apparate, wenigstens theilweise, durch die Photographie zu ersetzen. Ueber die Ergebnisse dieser Versuche möchte ich im Nachfolgenden kurz berichten.

Die zunächst zu stellende Aufgabe umgrenze ich folgendermaassen: Es sind die sämmtlichen Schnitte einer Reihe auf möglicht einfachem Wege darzustellen, und zwar bei einer Vergrösserung, welche die anatomischen Besonderheiten der Schnitte genügend übersichtlich zur Anschauung bringt. Bei Embryonen, die nicht allzu klein sind, ist hierzu eine 10—15 fache Vergrösserung ausreichend und die Vorkehrungen lassen sich so treffen, das sämmtliche Schnitte eines Objectträgers zugleich zur Reproduction ge-

Digitized by Google

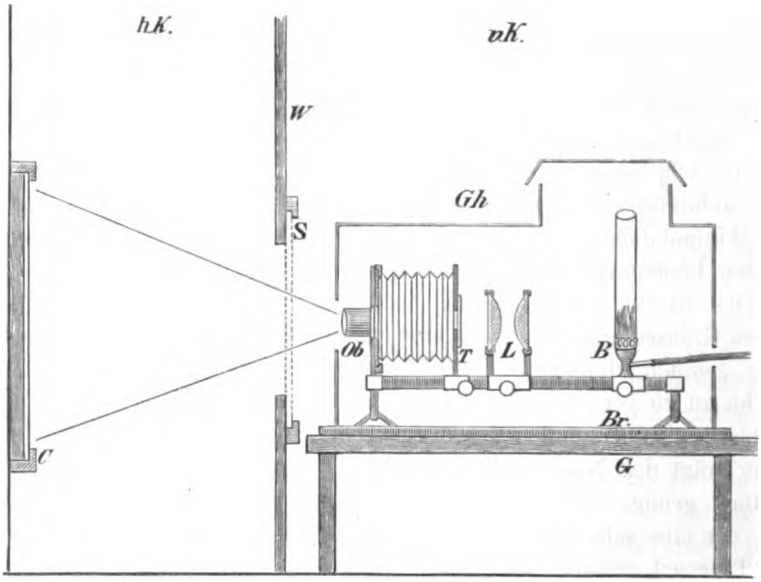
bis zu 20facher Vergrösserung, d. h. bis zu einem Quadrate von 60 cm gehen, darüber hinaus muss man aber wegen der allzugross werdenden Dimensionen auf den Vortheil verzichten, alle auf einem Objectträger vereinigten Schnitte zugleich zu photographiren und sich auf partielle Aufnahmen beschränken. Das Photographiren von Schnitten bei stärkerer als 20facher Vergrösserung bildet überhaupt eine Aufgabe für sich. Je nach dem dabei verfolgten Zwecke tritt dabei das Bedürfniss einer vollständigen Darstellung der Reihen in den Hintergrund, und man wird daher Methoden wählen, welche von der beschränkenden Bedingung der Photographie ganzer Objectträger absehen. Will man indessen diese Bedingung nicht aufgeben, so kommt man wohl am ehesten dadurch zum Ziele, dass man den Objectträger zuerst bei 5—8facher Vergrösserung auf eine Glasplatte aufnimmt und diese dann entsprechend weiter vergrössert. Es sind dies Manipulationen, bei denen man gut thut, sich der Beihülfe eines geschulten Photographen zu versichern.

Die directe Aufnahme von Schnittreihen innerhalb der oben angeführten Grenzen bildet dagegen eine Operation, die auch von photographisch wenig geübten Händen in befriedigender Weise ausgeführt werden kann. Das hierzu zu verwendende Material ist ein im Handel befindliches photographisches Papier, auf welches das Bild direct aufgenommen wird. Das Papier trägt den Namen „Eastman'sches Bromsilberpapier" und es ist empfindlich genug, um Aufnahmen bei Lampenlicht zu gestatten, ein Vortheil, der eine sehr erwünschte Unabhängigkeit von Witterungsbedingungen und Tageszeit gestattet und der zugleich sehr gleichmässig zu arbeiten erlaubt. Man erhält das Papier in Bogengrössen bis zu 62/75 cm, und es bedarf äusserst einfacher Manipulationen um nach stattgehabter Belichtung das Bild darauf hervorzurufen und zu fixiren.[1]

Die Einrichtung, welche ich benütze und bei deren Zusammenstellung mein Sohn mir hilfreich an die Hand gegangen ist, ist folgende: Eine auf zwei Füssen ruhende Zahnstange trägt an ihrem vorderen Ende eine Platte mit dem photographischen Objectiv (*Ob*); eine zweite durch Trieb bewegliche und mit centraler Oeffnung versehene Platte dient als Objectträger (*T*), sie ist durch einen Blasebalg mit der ersteren verbindbar. Als Beleuchtungsquelle dient ein längs der Zahnstange verschiebbarer Argandbrenner (*B*), dessen Strahlen durch eine Doppellinse (*L*) von 11·5 cm Durch-

Digitized by Google

gebracht ist, um den einzelnen Theilen von der Seite her beizukommen. Als Objectiv benutzte ich einen Steinheil'schen Antiplaneten von 12 cm Brennweite, oder ein Aplanat derselben Fabrik von 14 cm. Letzteres System, etwas lichtschwächer als das erstere, hat den Vorzug einer nicht allein correcten, sondern auch sehr gleichmässig scharfen Zeichnung.



Bildgrösse und Bildabstand bewegen sich unter den gegebenen Verhältnissen innerhalb relativ grosser Dimensionen, und die Anwendung einer gewöhnlichen photographischen Camera wird zum mindesten etwas unbequem. Statt dessen kommt man leichter zum Ziele, wenn man die Wand der Dunkelkammer als Aufnahmsfläche benutzt. Zu dem Zwecke habe ich meine Dunkelkammer durch eine mit Thüre und mit Schieber (*S*) versehene Wand (*W*) in zwei Hälften getheilt.

Die vordere Kammer (*v. K.*) enthält den Projectionsapparat, an der Rückwand der hinteren Kammer (*h. K*) befindet sich die Bildfläche. Durch den beweglichen Schieber in der Zwischenwand bestimmt man den Beginn und den Schluss der Belichtung. Der Projectionsapparat ruht auf einem Brett (*Br*), welches mittels Führung auf einem Holzgestell (*G*) hin und her gleiten kann. Die gröbere Einstellung für eine bestimmte Vergrösserung geschieht durch Verschiebung des den Apparat tragenden Brettes, zur ferneren Einstellung dient die den Objectträger (*T*) bewegende Schraube und die feinste Regulirung der Bildschärfe geschieht durch Drehen des

Digitized by Google

Objectives innerhalb einer mit engem Schraubengewinde versehenen Hülse. Bei dem stabilen Charakter der gesammten Einrichtung ist eine einmalige scharfe Einstellung des Bildes genügend, um eine ganze Reihe von Aufnahmen hinter einander zu machen, und dies hat den Vortheil, dass die in der Weise nach einander aufgenommenen Bilder, ganz unabhängig von der absoluten Genauigkeit des Vergrösserungsmaassstabes, unter sich scharf vergleichbar sind. Es ist daher auch am besten, die derselben Schnittreihe angehörigen Bilder hinter einander weg zu photographiren, ohne an dem einmal eingestellten Apparate irgend etwas zu verändern.

Eine weitere Bequemlichkeit der ganzen Einrichtung liegt darin, dass im Grunde blos die Zeit der Belichtung ausprobirt werden muss. Ist diese einmal gefunden, wozu in der Regel wenige Vorversuche nöthig sind, so hat man für die betreffende Vergrösserung den Zeitraum, innerhalb dessen man sich zu bewegen hat, ein für alle Male bestimmt.

Die Befestigung des empfindlichen Papieres an der Bildfläche kann man bei kleineren Blättern mittelst einiger Heftstiften vornehmen, für grössere Blätter reicht dies Verfahren nicht aus, und ich benutze daher als Aufnahmsfläche einen grossen Copirrahmen (*C*), der an der Wand eingesetzt und befestigt werden kann. Zuerst wird das Bild auf einem weissen, hinter der Glasplatte des Rahmens befindlichen Blatte eingestellt, und dann, nach geschlossenem Schieber, das photographische Papier an dessen Stelle gesetzt. Die Platte muss von farblosem Spiegelglas sein, im Uebrigen habe ich keinerlei Nachtheile vom Einschieben einer Glasplatte zwischen Bild und Objectiv gefunden.

Die Zeit der Belichtung variirt natürlich nach der gewählten Vergrösserung und der angewandten Blende. Mit dem Steinheil'schen Aplanat von 14 ^{cm} Brennweite und mit Blende 4 verlangt z. B. eine 10malige Vergrösserung eine Exposition von 6—8 Minuten. Sehr dünne, durchsichtige Schnitte wird man weniger lang exponiren, als etwas dickere oder kräftiger gefärbte. Das Eastman'sche Bromsilberpapier bedarf beim Hervorrufen keiner Verstärkung oder Verzögerung, auch schwächt sich das Bild beim Fixiren nicht ab, so dass man die grössere oder geringere Intensität nur durch die Belichtung und die Entwickelung der Aufnahme bestimmt. Der durch stärkere Belichtung erreichbare dunklere Grund sieht im Allgemeinen eleganter aus, als der graue Ton schwächer belichteter Aufnahmen, indessen geht bei zu kräftiger Belichtung leicht das feinere Detail verloren und eine gewisse Mässigung in der Hinsicht ist von Vortheil.

Die Bilder sind natürlich negativ, d. h. die Schnitte erscheinen hell auf dunklerem Grunde. Dies ist für die allgemeine Formbeurtheilung der Schnitte, sowie für Messungen völlig gleichgültig. Will man indessen Positivbilder haben, so sind solche leicht erhältlich. Das Eastman'sche Pa-

Digitized by Google

pier ist auch in ungeöltem Zustande hinreichend durchsichtig, um Copien zu gestatten. Bei Lampenbelichtung genügen dazu $^1/_2$ bis 1 Minute; Tageslicht wirkt fast zu rapid, um gehörig abgestuft zu werden. Die Fabrik macht auch ein besonderes, zum Copiren berechnetes Negativpapier, es ist indessen bedeutend umständlicher in der Behandlung, als das Positivpapier, und ich habe mich bis jetzt mit demselben nicht zu befreunden vermocht. Die Positivcopien sowohl als die Negativbilder gewähren den Vortheil, dass man durch Bleistift und durch Farben dieselben weiter ausführen kann.

Das Detail der mit dem Eastman'schen Papier vorzunehmenden Manipulationen ist genau vorgeschrieben und, da in jedem Paket eine gedruckte Anweisung enthalten ist, so bedarf es hier keiner eingehenden Besprechung. Die Operationen, welche auf die Belichtung folgen, sind: 1) Einweichen des Papierblattes in Wasser, 2) Hervorrufen des Bildes durch einen Entwickler von oxalsaurem Kali und Eisenvitriol, 3) Auswaschen in angesäuertem Wasser, 4) Fixiren durch unterschwefligsaures Natron und 5) abermaliges Auswaschen und Trocknen des Blattes. Dabei können mehrere Blätter zugleich hervorgerufen werden, so dass man mit einem mässigen Zeitaufwand grössere Reihen von Schnitten zu bewältigen vermag. Es seien z. B. vier Objectträger von je 25 Schnitten bei 10facher Vergrösserung zu reproduciren, so verlangen diese 100 Schnitte einen Zeitaufwand von 1 bis höchstens $^5/_4$ Stunden, d. h. auf einen Schnitt kaum eine Minute. Der Vortheil, den man hat, wenn man die Blätter mit den Schnittbildern neben einander legen und somit grosse Reihen auf einmal übersehen kann, ist ein sehr hoch anzuschlagender. Besonders aber wird ein solches Material für Reconstructionen aller Art unschätzbar und es erlaubt eine sehr erwünschte Praecision der Arbeit. Von dem für die Photographie gewählten Vergrösserungsmaassstab ist man bei der Reconstruction nicht unbedingt abhängig. Zehnfach vergrösserte photographische Bilder können z. B. zu Reconstructionen vom Maassstab 1:15, 1:20 u. s. w. benutzt werden, sowie man den Proportionalzirkel zu Hülfe nimmt und die betreffenden Maasse entsprechend umwandelt. Hat man an dem zu construirenden Objecte vor der Mikrotomirung nach der Methode von Kastschenko[1] Definirflächen angebracht, so erscheint jedes Schnittbild von feinen gestreckten Linien eingefasst, die sich als sichere Basis für jegliche Reconstruction verwenden lassen.

[1] *Dies Archiv.* 1886. S. 388.

Digitized by Google

Die Lymphbahnen der Hornhaut.

Von

M. Straub,
Kgl. Niederländischem Militair-Arzt in Utrecht.

Die bis vor kurzer Zeit fast allgemein gültige Anschauung über den Bau des Hornhautgewebes gründete sich in erster Linie auf das Studium des negativen Silberbildes. Das durch die Silberbehandlung aufgedeckte System anastomosirender Körperchen wurde von v. Recklinghausen für den Anfang des Lymphgefässsystems angesehen und Saftcanälchen benannt.

Demnach stellte man sich die Structur der Hornhaut folgendermaassen vor: Die Hornhaut bestehe aus den durch eine feste Kittsubstanz verbundenen Hornhautfibrillen; in dem so formirten Gewebe befinden sich Hohlräume (die Hornhautkörperchen), welche je durch eine Zelle theilweise ausgefüllt sind; in den übrigbleibenden, unter einander anastomosirenden Lacunen circulire die Lymphe. Diese Anschauung passte sich ganz gut dem damals gültigen Schema vom Bau des Bindegewebes an, wo der Knochen als Prototyp des Bindegewebes galt. Als aber durch Ranvier's Untersuchungen ganz allgemein eine andere Auffassung des Bindegewebes aufkam, musste man entweder annehmen, dass die Hornhaut nicht nach dem allgemeinen Bindegewebssystem gebaut sei oder es musste eine andere Deutung des Aufbaues jener Membran Platz greifen, um so mehr als schon lange vor Ranvier's Untersuchungen His (1862) wichtige Einwände gegen v. Recklingshausen's Interpretation des Silberbildes entwickelt und Engelmann (1867) in seiner Dissertation die Hornhaut in einer Weise beschrieben hatte, welche ganz mit der Ranvier'schen Darstellung des Bindegewebsbaues übereinkommt, aber damals wenig beachtet wurde.

In seinen *Leçons d'anatomie générale* (1881) hat Ranvier nun auch mit unbedeutenden Abweichungen und Zusätzen Engelmann's Darstellung acceptirt, so dass es sehr bemerkenswerth erscheinen muss, dass Waldeyer in der französischen Bearbeitung seiner Histologie der Cornea (1883) seine

Digitized by Google

frühere in v. Graefe und Saemisch's *Handbuch der Ophthalmologie* niedergelegte Meinung aufrecht erhielt; ebenso Schwalbe in seiner *Anatomie der Sinnesorgane* (1883).

Schon die während einiger Stunden fortgesetzte Beobachtung der Froschhornhaut in Humor aqueus muss zu der Ueberzeugung leiten, dass die sogenannten Saftcanälchen mitsammt ihren feinsten Anastomosen vom Zellprotoplasma ausgefüllt sind. Noch deutlicher wird dies durch Behandlung des Praeparates mittels Joddämpfen (Rollett) oder durch Behandlung der frischen Froschcornea mit 7·5 Procent Zuckerlösung (Engelmann, Talma). Die Wanderzellen behalten in Zuckerlösungen dieser Concentration die Gestalt in welcher sie getödtet wurden, bizarre durch amoeboïde Bewegung entstandene Formen; die Hornhautkörperchen bleiben unverändert und sehr deutlich differenzirt, nur die Nervenfäserchen werden undeutlich. In schwächeren Lösungen trübt sich das Bild bald; in sehr starken ändern die Hornhautkörperchen die Form und die Wanderzellen ziehen sich zu stark lichtbrechenden Kugeln zusammen.

Das durch Impraegnation erzeugte negative Bild kann man sogar als Stütze für die neuere Betrachtungsweise anführen: Wären die Hornhautkörperchen Lymphcanäle, dann sollten sie doch in erster Reihe die impraegnirenden Lösungen aufnehmen und dürfte man eher als das gebildete negative Bild ihre positive Impraegnation erwarten.

Was die Impraegnation mit salpetersaurem Silber angeht, könnte man annehmen, dass das Salz wohl in die Saftcanälchen durchgedrungen sei, aber nur der in die Zwischensubstanz gelangte Theil reducirt werde durch eine eigenthümliche, dieser Zwischensubstanz zukommenden reducirende Kraft.

Wegen der Möglichkeit dieser Annahme ist für unsere Zwecke eine andere Impraegnation mehr beweisend, deren Chemismus ein einfacherer ist und auch sonst ausserhalb des lebenden Körpers jedesmal augenblicklich hervorgerufen werden kann: die Impraegnation mit Berlinerblau, welche stattfindet, wenn man nach einander die Hornhaut mit Lösungen von Ferridcyankalium und Ferrosulphat behandelt. Leber impraegnirte in dieser Weise in einzelnen Versuchen die Hornhaut des lebenden Thieres und empfahl diese Methode zur weiteren Benutzung. Ihre Anwendung hat uns neben einigen nicht ganz unwichtigen Einzelheiten über die cornealen Lymphwege, hauptsächlich durch zufällig vorgekommene Abweichungen der gewöhnlichen Impraegnation, nähere Gründe zu der Annahme geliefert, dass die oben gegebene Interpretation des Mechanismus einer Impraegnation (Aufsaugung in den Lymphbahnen) richtig sei.

Auch von mir wurde gefunden, dass der Aufnahme der Eisensalze durch das Epithelium ein bedeutender Widerstand bereitet wird. Die Salze dringen zwischen den Epithelzellen ein, sodass nach kurz dauernder In-

Digitized by Google

stillation der Lösungen das Epithel unter dem Mikroskop eine blaue Zeichnung von aneinandergereihten Vielecken zeigt, gleich einer Honigwabe. Im Grunde geschieht dies nach demselben Hergang, der auch bei der Impraegnation der eigentlichen Hornhautsubstanz stattfindet: die lebenden Zellen nehmen nichts auf, die Interstitien führen die Flüssigkeit weiter. Wird aber das Epithelium getödtet, so dringen die Salze auch in die Zellen ein und bewirken zuerst Kernfärbung.

Für die Impraegnation der Hornhautsubstanz selbst ist es zweckmässig, vorher das Epithel zu entfernen; dieses kann geschehen durch fortgesetztes Eintröpfeln der Eisensalzlösung (5 procentiges Ferridcyankalium), durch heisses Wasser, schwache Säure oder heisse Dämpfe. Jetzt wird die eingetröpfelte Lösung rasch von den obersten Schichten der Hornhaut aufgesogen. Man wäscht schnell ab, tropft die zweite Lösung ein (5 procentiges Ferrosulphat), wäscht wieder ab, exstirpirt das Auge und fixirt kurze Zeit in verdünntem Alkohol. Auf diese Weise wird ein vollkommenes negatives Bild erhalten, das nur ein oder zwei Schichten von Hornhautkörperchen enthält. Die Impraegnation kann durch Diffusion der Salzlösungen in die abgetödteten Zellen verdorben werden, steht aber bei zweckmässiger Behandlung der Silbermethode nicht nach.

Von den tiefsten Schichten der Hornhaut bekommt man ein gutes Bild, wenn die Membran sehr sorgfältig ausgeschnitten und in eine der Salzlösungen gelegt wird; nach kurzer Zeit wäscht man das Praeparat aus und bringt es für einen Augenblick in die complementäre Lösung, wäscht wieder aus und controlirt das Resultat bei schwacher Vergrösserung. Genügt die Behandlung nicht, dann kann man das Praeparat von Neuem in derselben Weise behandeln. Vorn dringt durch das dickere Epithel sobald nichts ein; hinten dagegen löst sich das einschichtige Endothel auch bei sorgfältiger Behandlung mehr und mehr ab und es entsteht in den nächsten Lamellen der blaue Niederschlag. Bricht man die Färbung zur richtigen Zeit ab, dann ist die erhaltene Zeichnung eine sehr merkwürdige und wichtige; sie wird durch Fig. 1 versinnlicht. In der gefärbten Schichte ist das Blau nicht gleichmässig vertheilt; am intensivsten ist es in der Nähe der Hornhautkörperchen. Unmittelbar neben dem Körperchen ist die Färbung dunkelblau, gegen jenes durch eine scharfe dunklere Linie abgegrenzt. Nach der anderen Seite wird die Färbung immer schwächer; sie nimmt allmählich ab und verschwindet bald, sodass die ganze Zeichnung dem Bilde ähnlich sieht, womit in Atlanten das Meer in der Nähe der Küsten dargestellt zu werden pflegt.

Wäre diese Impraegnatien in „Saftcanälchen“ entstanden, dann müsste man erwarten, dass die blauen Inseln nach aussen hin scharfe Begrenzug zeigten.

Digitized by Google

Das Blau befindet sich nicht oberhalb oder unterhalb der Zellen, sondern nur im Umkreise der flachen Körperchen, in einer äusserst dünnen Schicht, also nicht in, sondern zwischen den Lamellen.

Fig. 1.

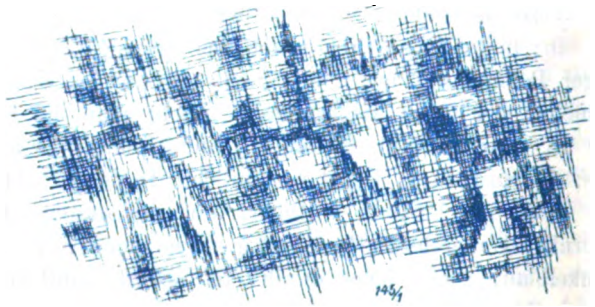


Fig. 2.

Die Salzlösungen haben sich offenbar dorthin begeben, wo sie den ge-

Digitized by Google

Auf Querschnitten von Säugethierhornhäuten sieht man die Fibrillenbündel an vielen Stellen auseinandergewichen, und namentlich in der Nähe der Hornhautkörperchen: immer aber bekleiden diese nur einen Theil der Wandung des so gebildeten Raumes. Die Risse sind in ihrer Länge durch die quer überkreuzenden Bündel eingeschränkt. Sie sind an verschiedenen Stellen und bei verschiedener Behandlung der Hornhäute verschieden gross. Sie sind am kleinsten, wenn die Hornhaut sehr schonend behandelt worden ist und stellten in der Wirklichkeit wohl nur sehr feine Gewebsspalten dar. Beim Hornhautoedem sind sie sehr ausgedehnt, bei secundären Geschwülsten werden diese Räume zuerst von den wuchernden Zellen gefüllt (von Pagenstecher und Genth abgebildet Taf. XIII); sie werden beim Abziehen der Lamellen geöffnet und schon dies hätte Anlass geben können, ihre Natur als Lymphbahnen zu erkennen. Schweigger-Seidel hat diese Räume an in Alkohol gehärteten Augen injicirt und als Lymphbahnen der Hornhaut beschrieben.

Diese durch die Praeparation stark vergrösserten Räume sind ohne Zweifel analog den beim Frosche gefundenen; nur dass beim Frosche der lamelläre Typus, bei den höheren Thieren der fasciculäre Typus mehr ausgesprochen ist. Ueberall zwischen den Bündeln circulirt die Lymphe, am leichtesten in der Nähe der fixen Zellen.

Wie an den Querschnitten der meisten gehärteten Hornhäute ersichtlich, sind die interfasciculären Räume in den mittleren Schichten am weitesten, am engsten in den oberen Schichten; die nach der M. Descemeti zu befindlichen nehmen eine Zwischenstellung ein. Dieses Verhältniss muss auf den Lymphtransport von Einfluss sein. Da die Epithelien beiderseits keinen Zu- oder Abfluss ernährender Lymphe gestatten, so muss diese nothwendiger Weise vom Hornhautrande eintreten und dort auch die Hornhaut wieder verlassen. Für gewöhnlich werden gewisse Schichten der Hornhaut die Anfuhr, andere die Abfuhr besorgen, obgleich wahrscheinlich unter Umständen die Stromrichtung sich auch umkehren kann. Aus Versuchen Pflüger's mit Fluorescin ist bekannt, dass in der oberflächlichen Schicht der Strom immer centripetal ist. Demgegenüber sah ich das Fluorescin, welches in eine tiefe centrale Cornealwunde gebracht war, sich durch die tieferen Schichten in einem stets grösser werdenden Kreise nach der Cornealperipherie begeben. Die Wanderung dauerte ungefähr 6 Stunden. Das

Digitized by Google

jedoch durch Injection dergleiche um die Körperchen gelegene Räume gefüllt, wie sie durch die negative Impraegnation beim Frosch hervorgerufen werden können. Er betont, dass auch bei der Impraegnation mit Nitras argenti die braune Farbe am Rande der fixen Hornhautzellen am intensivsten ist.

Etwas den Bowmann'schen Röhren Aehnliches aber fand ich bei der Impraegnation einer entzündeten Hornhaut.[1] Diese war durch centrale Aetzung mit Lapis infernalis in Entzündung gesetzt und nach zwei Tagen durch sehr kurze Zeit der Impraegnation mit Berlinerblau unterworfen worden. Wieder waren die Salze nur in die obersten Schichten gedrungen, aber nicht überall in gleicher Quantität. Das geätzte Centrum ist nahezu frei geblieben. Um diesen ungefärbten Theil herum befindet sich ein intensiv blauer Hof in Form einer Ringzone, welche der Breite nach drei bis vier Hornhautkörperchen in ihren normalen Abständen umfasst. Ausserhalb dieses Hofes ist die Hornhaut von feinen parallelen blauen Linien durchzogen, welche in nahezu gleichen Abständen dicht nebeneinander liegen. Die Linien sind unterbrochen durch kleine unregelmässige Flächen, die im Groben die Gestalt der feinen Hornhautkörperchen haben und setzen sich an der anderen Seite dieser Lücke genau in derselben Richtung wieder fort. Im Praeparate sind mehrere Systeme von diesen parallellen Linien vorhanden, wovon je zwei übereinandergelagerte gegen einander senkrechten Verlauf zeigen, woraus bei geringer Vergrösserung (bei der ja kleine Tiefenunterschiede verschwinden) eine kleincarrirte Zeichnung resultirt. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass solch eine Liniensystem sehr wenig tiefer liegt als das nächste; es entspricht eben einer anderen Hornhautlamelle. Bei Benutzung des Abbé'sohen Condensors ohne Diaphragma, wobei bekanntlich nur das Farbenbild hervortritt, werden zugleich die nicht eingestellten Liniensysteme weniger klar, sodass man ein Liniensystem isolirt beobachten kann. Dann wird es noch viel deutlicher als in Fig. 2 (nicht bei Abbé'scher Beleuchtung gezeichnet) erscheint, dass die Lücken im Verlaufe der Linien ziemlich genau fixen Hornhautkörperchen entsprechen.

Die gekreuzten Liniensysteme berühren sich gegenseitig nur ausnahmsweise, obgleich ihre Abstände mit der Mikrometerschraube kaum messbar sind. An einer Stelle des Praeparates stellte ich nacheinander fünf Liniensysteme ein, die ganz unabhängig von einander waren.

Digitized by Google

An einzelnen Stellen, wo die Salzlösungen etwas länger eingewirkt haben, ist ein genaues negatives Bild der fixen Zellen entstanden.

Die Deutung des Praeparates ist nicht schwer:

Im centralen, durch die Aetzung getödteten Theile findet keine Lymphaufnahme statt.

In der ringsum gelegenen Reizungszone (durch viele Controversen bekannt) ist dagegen der Flüssigkeitswechsel ein sehr grosser, wofür der stark blau gefärbte Ring Zeugniss ablegt.

In dem übrigen Theile der entzündeten Cornea werden durch die blauen Linien interfibrilläre Canäle dargethan, welche sich zuerst mit den impraegnirenden Lösungen gefüllt haben.

Diese Canäle müssen etwas näher discutirt werden. Es sind nicht interfasciculäre Räume im Sinne Ranvier's. So tief als diese dringen sie in die Lamelle nicht ein, wie dies aus der oben beschriebenen Unabhängigkeit der kreuzenden Liniensysteme von einander hervorgeht.

Falls die Canäle die ganze Dicke der Bündel durchsetzten, würden die Linien einander treffen und wirkliche Vierecke bilden müssen.

Feine Spalten, wie die in Rede stehenden, kommen auch bei ganz abweichenden Behandlungsweisen der Froschhornhaut zum Vorschein. Sie werden dargestellt, wenn man nach Ranvier die Hornhaut nach einviertelstündiger Erwärmung auf 55° (trocken) mit Joddämpfen behandelt. Engelmann sah mehrere Male auf's Deutlichste, dass hinter einer schnell in der Richtung der Fibrillen fortkriechenden Wanderzelle ein ziemlich langer Canal sichtbar blieb, der ganz die Form, die Richtung und die Klarheit einer etwas erweiterten Spalte zwischen den Fibrillen hatte. In wenigen Minuten schloss er sich, ohne eine Spur zurückzulassen. Derartige, von Wanderzellen eröffnete Spalten beobachtet man am häufigsten in der Peripherie der Hornhaut. Die spiessförmigen Räume werden durch Goldchlorid fixirt, sowohl in normalen als in grösserer Zahl in entzündeten Hornhäuten. Oft enthalten sie noch die Wanderzelle.

Auch in unserem Keratitis-Praeparate sind die interfibrillären Spalten wahrscheinlich von den zahlreich eingewanderten Zellen eröffnet; die auseinandergedrängten, weichen Fibrillenbündel nehmen nicht so schnell ihre alte Form wieder an und wohl um so weniger, wenn die gebildeten Canäle einem erhöhten Lymphtransporte dienen.

Gewisse Formen eitriger Infiltration mit Perforation der Cornea eignen sich sehr zum Studium der Lymphwege. Indem die Infiltration an verschiedenen Stellen ungleich stark ist, kann man die Uebergänge vom nahezu Normalen bis zur dichten Infiltration nebeneinander antreffen. An Querschnitten solcher Hornhäute (von Pagenstecher und Genth Taf. I ab-

Digitized by Google

gebildet) kann man nachweisen, dass die eingewanderten Zellen sich zwischen den Bündeln befinden. In Bezug auf die Anordnung der Bündel zeigen diese Praeparate grosse Aehnlichkeit mit solchen von normalen Hornhäuten. Die Bündel weichen hier wie dort in der schon oben angedeuteten Weise auseinander: nur dass in normalen Hornhäuten die offenen Räume artificiell stark erweitert (durch die Praeparation), in den pathologischen dagegen diese Lacunen durch Zellen angefüllt sind. So wie bei verschiedener Behandlung die Räume in normalen Hornhäuten ungleich gross ausfallen, hängt in der entzündeten Hornhaut ihre Ausdehnung vom Grade der Infiltration ab.

Eine zweite Reihe von Praeparaten wird verfertigt durch Abreissung von Lamellen, was freilich bei diesen infiltrirten Hornhäuten nicht so leicht ist. Indem man mit einer starken Pincette die Hornhaut am Rande festhält, löst man vorerst mit einer Discissionsnadel die M. Descemeti ab, an welcher schon einige zur Untersuchung sehr brauchbare Fetzen hängen bleiben. Nacher schält man dann möglichst dünne Lamellen ab. In diesen Praeparaten findet man, wo die Infiltration eine mässige war, sehr lange spiessförmige Räume mit einer Reihe von Wanderzellen angefüllt. Die Räume liegen in regelmässigen Abständen und in verschiedenen Niveaus sich kreuzend, ähnlich wie in unserem Praeparate der Froschhornhaut. Bei stärkerer Infiltration nimmt zuerst die Frequenz, später der Zellgehalt dieser Spiesse zu, welche schliesslich aneinanderrücken, zu breiten Bändern werden und, sich überkreuzend, noch immer die Anordnung normaler Bündel zeigen. Diese ungleichmässige Infiltration der Hornhaut hat den Werth eines Experimentes; sie lehrt über die Lymphbahnen der Hornhaut das Gleiche, was wir auf anderem Wege schon gefunden hatten.

Entgegen der früheren Annahme von scharf begrenzten Canälen, die in festverkitteter Grundsubstanz verlaufen, sind die Lymphwege der Hornhaut nicht an feste Grenzen gebunden. So wie ein Fluss mit flachen Ufern sein Bett bei starker Anfuhr nach Bedarf erweitert, so dürfte auch die Lymphe ihre gewöhnliche Bahn erweitern können; bei mässiger Zufuhr nimmt sie nur jenen Theil der interfasculären Spalten ein, der den Hornhautkörperchen zunächst liegt, bei stärkerem Zufluss nimmt sie auch entferntere Theile dieser Gewebsspalten in Anspruch und drängt die Bündel weiter auseinander.

Digitized by Google

Das vordere Ende der Chorda dorsalis und der Franck'sche Nasenkamm.

Von

Dr. med. Otto Paulisch.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

(Hierzu Taf. XIII.)

Bekanntlich theilte v. Kölliker den Schädel der Wirbelthiere in einen chordalen und praechordalen Theil, nachdem er, gestützt auf die Befunde an mikroskopischen Schnitten von Embryonen höherer Wirbelthiere, in Erfahrung gebracht hatte, dass die Chorda dorsalis nach vollkommener Ausbildung des Schädels nie bis an das vordere Schädelende reiche, sondern da aufhöre wo am erwachsenen Thiere die definitive Sattellehne sich befindet.

In directem Widerspruch mit dieser Lehre, die bis dahin fast allgemein anerkannt war, stand eine Entdeckung Albrechts, welche er zuerst in der „*Société d'anatomie pathologique de Bruxelles*" veröffentlichte. In seiner Mittheilung, die unter dem Titel „Sur les spondylocentres épipituitaires du crâne, la non-existence de la poche de Rathke et la présence de la chorde dorsale et de spondylocentres dans le cartilage de la cloison du nez des vertébrés" später im Druck erschien, heisst es:

Le basiethmoïde et le basirhinoïde sont des complexes de centres de vertèbres, qui ont été traversés originairement par la chorde dorsale. Il s'agit dans ce cas d'un crâne de boeuf normal adulte, qui présente la chorde dorsale dans toute l'entendue (i. e. $15^1/_2$ centimètres) de la cloison du nez et qui dem ontreen plus sept centres de vertèbres ossifiés, rangés metamériquement dans le sens caudo-crânial." Ferner erklärt er: „Il ne reste plus de doute sur l'explication de la figure 308 pg. 509 de la 2me édition

Digitized by Google

de l'ontogenie de l'homme et des animaux supérieurs de M. v. Koelliker. L'erreur fondamentale commise par ce savant est, qu'il admet que *ch* de cette figure, qui touche à l'ectoderme, est retrohypophysien. (pg. 441) En même temps il est clair que tout espace entre *ms* d'un côté et *ch* et *h* d'autre côté comprend la partie sphéno-ethmoidale du crâne. De plus, il est evident, qu'il n'existe ni une partie préchordale ni une partie prévertébrale du crâne.

Auch die Ansicht, die man bisher über die Entstehung der Hypophysis hatte, erklärt er für falsch, indem er behauptet: Que la division de l'hypophyse dans un lobe antérieur et postérieur est artificielle et n'a aucun droit embryologique et que l'hypophyse est en un mot embryologiquement et morphologiquement tout à fait hors connexe et independant et du cerveau et du pharynx ou de la cavité orale primitive.

Natürlich liess eine Antwort Kölliker's nicht lange auf sich warten, und mit ihr beginnt eine Reihe von Erklärungen und Entgegnungen, die aber durchaus nicht beide Gegner in Einklang bringen konnten.

Zunächst forderte v. Kölliker Albrecht auf,[1] den fraglichen Ochsenschädel, der im Septum narium in der ganzen Länge die Chorda dorsalis enthalten sollte, einem competenten Embryologen, entweder Lieberkühn, Hensen oder His zur Ansicht zu senden. „Kommt Albrecht dieser Aufforderung nicht nach," so heisst es hier, „so werden die Fachgenossen wissen, wie es mit der Begründung der Hypothese dieses Forschers steht."

Aber die Ungunst der Verhältnisse gestattete Albrecht nicht, dieser Aufforderung nachzukommen. Prof. Wehenkel nämlich, in dessen Sammlung der vielumstrittene Schädel war, gestattete nicht, dass derselbe sein Institut verlasse.

Dagegen fügt er seiner Erwiderung[2] die ganze Geschichte und einen genauen Status praesens dieses Septalstranges bei, dessen Inhalt ich in kurzen Worten erwähnen will.

Zunächst hebt Albrecht als Anamnese seines Gebildes hervor, dass er schon vorher, ehe er das Brüsseler Praeparat kannte, der Ansicht gewesen sei, die Chorda dorsalis gehe bis zum cranialen Ende des Septum narium, und dass er schon vorher Versuche gemacht habe, Ueberreste derselben in diesem Gebiete zu entdecken; der oben erwähnte Rindskopf sei nun der erste Beweis für seine Theorie gewesen.

Dann folgt als Status praesens die genaue makroskopische und mikro-

Digitized by Google

Rindes, die Nähte weit in der Synostose vorgeschritten. Im knorpeligen Septum selbst befinde sich der eigenthümliche Strang, sowohl links als rechts, er beginne 14 mm vor der vordersten Spitze der Lamina perpendicularis des Siebbeins und ende an der Haut der Nase. Er trage ferner sieben höchst eigenthümliche unter der Schleimhaut liegende Hervorragungen, welche theilweise den Strang um ein Beträchtliches überragen. Bei durchfallendem Licht setze sich der Strang scharf gegen das sonst transparente knorpelige Septum ab, indem er völlig schwarz und undurchsichtig erscheine. Mikroskopisch bestehen die Hervorragungen aus spongiösem Knochen, der von einer stark blutgefässhaltigen Schleimhaut überzogen sei. Zwischen dem Knochen und der Schleimhaut befinde sich keine Spur von hyalinem Knorpel. Zwischen den einzelnen Ossificationspunkten zeige der Strang fibrilläres Bindegewebe, das parallel der Längsaxe des Stranges hinziehe.

Es folgt dann die Diagnose, in der alle Möglichkeiten erwogen werden, was der Strang darstellen könne.

Eine pathologische Bedeutung erkennt Albrecht zunächst nicht an, auch eine senile Verknöcherung hält er für ausgeschlossen, dagegen versucht er, ihn morphologisch zu erklären. Nun holt er weit aus, indem er noch einmal die Ansichten Gegenbaur's und v. Kölliker's reproducirt und schliesslich zu dem Schluss kommt, dass diese Ossificationspunkte Wirbelcentren seien, und dass der zwischen den Ossificationspunkten gelegene Strang „nichts anderes sein kann, als die Chorda dorsalis, die sich durch einen Zufall erhalten und zu einem fibrillären Strang ausgebildet hat," „dass man Sphenoidale anterius, Lamina perpendicularis des Siebbeines und Septum narium cartilagineum als das vordere Ende der Wirbelkörpersäule des Körpers ansehen könne, habe v. Kölliker selbst gelehrt, warum sträube sich Kölliker so gegen seine Angaben, die doch die ursprünglich nur als Theorie bestehende Lehre zur Thatsache mache? Die metameren Ossificationen sind eben die vordersten Schädelwirbelcentra und der zwischen ihnen liegende Strang die Chorda!" Eine Identität mit dem Franck'schen Nasenkamm erkennt Albrecht noch nicht vollständig an, da der von ihm beschriebene Strang 14 mm vor der Lamina perpendicularis des Siebbeines beginne, während der Franck'sche Kamm bereits an der Lam. perpendic. seinen Anfang nehme.

Analog dem Strange sei in der schon oben genannten Kölliker'schen Figur (*Entwickelungsgeschichte*, 2. Aufl., S. 509 Fig. 308) die Strecke zwischen *ms* und *ch*, d. h. diese Strecke stelle den spheno-ethmoidalen Theil des Schädels dar. Schliesslich erklärt er, dass er betreffs der Entwickelung

---

[1] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* 2. Aufl. Leipzig 1879. S. 439.

Digitized by Google

der Hypophysis das geleugnet habe, was Rathke selbst geleugnet hat, „denn Rathke hat bereits 1847 alles, was er über die Entstehung der Hypophysis aus der nach ihm benannten Tasche in früheren Jahren veröffentlicht hat, für falsch erklärt.“ [1]

Bald darauf begegnen wir einer Antwort v. Kölliker's,[2] die, wie er selbst vorausschickt, die letzte im Streit sein soll, und deren Schluss folgender ist: „somit erkläre ich denn ausdrücklich, dass der von Albrecht im Sept. narium gefundene Bindegewebsstrang keine Chorda ist und kein einziges Attribut derselben besitzt, und dass somit auch die Bezeichnung der Ossificationen um diesen Strang als Wirbelkörper eine willkürliche ist.“

Im nächsten Jahre unternahm es unter Bonnet's Leitung Hr. Neuner das Streitmaterial noch einmal zu sichten und den Streit zu einem möglichst befriedigenden Abschluss zu führen, und er kam dabei zu folgenden für uns wesentlichen Resultaten:

„Der Strang, den Albrecht in der Nasenscheidenwand eines alten Rinderschädels gefunden hat, ist nichts anderes als eine constante und normale Bildung, nämlich der in morphologischer Hinsicht noch völlig unklare Nasenkamm.

Die nach Albrecht „metameren“ Ossificationen sitzen im knorpelichen Nasenseptum und sind Producte eines senilen Verknöcherungsprocesses, da sie sich nur bei alten Rindern finden.

Das vordere Chordaende findet sich entsprechend der Angabe der Autoren in der Gegend des Türkensattels, vor welchem nicht die leiseste Spur einer chordaähnlichen Bildung gefunden werden konnte.“

Aber Prof. Albrecht war durchaus noch nicht geneigt, sich von allen diesen Untersuchungen überzeugen zu lassen, vielmehr erschien im zweiten Heft seiner anatomischen Untersuchungen[3] noch einmal eine genaue Bearbeitung des Themas, bei der er seine früheren Theorien über Chordareste und Wirbelcentren im Schädelgerüst nicht nur nicht einschränkt, sondern noch vermehrt. Zunächst wendet er sich gegen Rabl-Rückhard,[4] welcher kurz vorher durch eigene Untersuchungen die Meinung Kölliker's über das vordere Ende der Chorda dorsalis bestätigt fand und es „für eine nicht bestreitbare Thatsache hielt, dass Albrecht sich in Betreff der Identificirung der primitiven und definitiven Sattellehne eines augenfälligen Irrthums schuldig gemacht hat.“

---

[1] Rathke, *Ueber die Entwickelung der Schildkröten.* Braunschweig 1848. S. 29.

[2] A. Kölliker, Hr. Rabl-Albrecht zum letzten Male. Sitzungsberichte der

Digitized by Google

Als einzigen Beweis für seine Behauptung weist Albrecht wieder auf die bekannte Kölliker'che Figur hin, und an ihr versucht er darzuthun, dass die primitive und definitive Sattellehne in jedem Stadium der Entwickelung an demselben genau morphologisch gekennzeichneten Orte liegen, und dass der Theil der Chorda, der an der Kölliker'schen Figur vor der primitiven Sattellehne (*ms*) liege, auch vor der definitiven Sattellehne liege, den spheno-ethmoidalen Theil des Schädels bilden helfe und noch ein Nasenseptum sich nachweisen lasse.

Im zweiten Theil der Abhandlung wendet er sich gegen Neuner, indem er versucht dessen Ansichten zu widerlegen, und schliesslich macht er „den ersten Versuch, eine wirkliche, unumstössliche Grundlage für die Wirbeltheorie des Schädels zu schaffen."

Hr. Prof. Dr. Hasse hatte mich aufgefordert, die Bedeutung des Nasenkammes, welcher die Ursache der ganzen Albrecht-Kölliker Streitfrage ist, und den Neuner als „morphologisch unklar" bezeichnet hatte, zu untersuchen und hat mir dabei mit der grössten Liberalität die Hülfsmittel des hiesigen anatomischen Institutes zur Verfügung gestellt. Für diese Anregung sowohl als auch für die Beihülfe, die mir bei dieser meiner Erstlingsarbeit Hr. Prosector Prof. Dr. Born gewährt hat, erlaube ich mir an dieser Stelle öffentlich meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Die Bedeutung dieser Gebilde ist nach meiner Anschauung eine ganz andere, als die Bedeutung, welche ihm Albrecht beigemessen hat, und es erscheint zunächst nothwendig, die Ansichten Albrecht's zu widerlegen.

Wir müssen deshalb unsere Aufgabe in zwei Theile trennen:

1. Die Widerlegung der Ansichten Albrechts in der betreffenden Streitfrage und besonders die Widerlegung der Albrecht'schen Deutung der Kölliker'schen Figur;

2. Die Bedeutung des Nasenkammes selbst.

Beginnen wir zunächst mit der ersten Aufgabe, der Widerlegung der Albrecht'schen Ansichten, so möchten wir zuerst die drei Behauptungen anführen die allen bezüglichen Entdeckungen Albrechts zu Grunde liegen und deren alleinige Stütze, abgesehen von dem Brüsseler Rinderschädel die Kölliker'sche Figur ist.

1. Primitive und definitive Sattellehne der Wirbelthiere liegen an demselben morphologisch genau gekennzeichneten Orte (*ms* der Kölliker'schen Figur).

2. In der Nasenscheidewand der Rinder finden sich Ueberreste der Chorda und Wirbelcentrencomplexe („Le basiethmoide et le basirhinoide sont des complexes de centres de vertèbres, qui ont été traversés originairement par la chorde dorsale".)

Digitized by Google

3. Die Rathke'sche Tasche existirt nicht im Sinne der Forscher, die bisher darüber Untersuchungen angestellt haben. („Que l'hypophyse est en un mot embryologiquement et morphologiquement tout à fait hors connexe et independant et du cerveau et du pharynx et de la cavité orale primitive. Jamais il ne se détache du cranio-pharynx, jamais il ne devient le lobe anterieur de l'hypophyse. Ces soi-disant épithéliums, qu'on a trouvés dans les tuyaux de l'hypophyse sont des endothéliums.")

Es ist ein mächtiges Gebäude, welches Hr. Prof. Albrecht, wesentlich gestützt nur auf die eine Kölliker'sche Zeichnung, aufgebaut hat. Können wir nun beweisen, dass diese Stütze unhaltbar ist, dass also die Deutung, die Albrecht der Kölliker'schen Figur giebt, eine falsche ist — und dieser Beweis kann geliefert werden — dann fällt das ganze Gebäude, das auf so schwachem Grund erbaut ist, in ein Nichts zusammen! Bedeutende Embryologen, wie Kölliker, haben bereits versucht, Albrecht von der Unrichtigkeit seiner Annahme zu überzeugen, es ist ihnen nicht gelungen. Mit grossem Gleichmuth führt Albrecht die Aussagen der Autoren an, die alle durch verschiedenartige Beobachtungsweisen übereinstimmend zu der Ueberzeugung gelangt sind, dass die Chorda nur bis in die Sulla turcica reicht und mit demselben Gleichmuth erschüttert er alle diese Beobachtungen durch seine Deutung der Kölliker'schen Figur und den Befunde an dem alten Ochsenschädel. Dabei spricht er so sicher, so zuverlässig von der Richtigkeit seiner Behauptungen, dass der unbefangene Leser, unwillkürlich gefesselt von der Gewandtheit seiner Sprache und der überzeugenden Form der Darstellung leicht geneigt wird, ihm Recht zu geben. „Ja, und wenn alle Anatomen der Welt," so lautet es in Albrecht's Schrift,[1] „hiergegen wären, so würde ich sagen: Hier stehe ich und kann nicht anders. Ich verstehe die Sprache dieser zweifachen metameren Ossificationscentra: wenn Ihr es nicht könnt, so habt Ihr Euch eben nicht so in die vergleichende Anatomie hineingelebt, wie ich es habe. Eine Zeit wird kommen, wo man mir Recht geben wird und wo man nicht begreifen wird, wie ich in meinen Tagen mit solch' sonnenklaren Auslegungen auf Widerstand stossen konnte!"

Ich möchte hier von vorne herein den Umstand anführen, der Albrecht zu den oben genannten unrichtigen Behauptungen veranlasst hat und gleichzeitig den Grund nennen, weshalb keine der Entgegnungen ihn von der Un-

Digitized by Google

wir sie in einem verhältnissmässig jungen Embryonalstadium (der Kaninchenembryo der Kölliker'schen Figur war 9 Tage 2 Stunden) vorfinden, dieselben sind, wie bei dem erwachsenen Organismus. Er hat nicht berücksichtigt, dass manche Organe im Verlaufe der Entwickelung ein verhältnissmässig viel rascheres Wachsthum darbieten, als andere ihnen vielleicht benachbarte Theile und dass dadurch die gegenseitigen Lagebeziehungen in der Fortentwickelung des Embryos sich sehr verändern.

Der Grund ferner, weshalb alle Erwiderungen anderer Forscher erfolglos waren, liegt darin, dass keiner seiner Gegner auf den Gedankengang Albrecht's eingegangen ist, keiner ihn auf die einzelnen Fehlschlüsse aufmerksam gemacht hat, zu denen ihn seine Beobachtungen geführt haben.

Ich habe mich nun bei meinen Untersuchungen nicht damit begnügt, die freilich an sich ausreichenden Angaben und Schilderungen der Autoren zu reproduciren, ich würde damit allein eben so wenig Erfolge erzielen, wie sie Kölliker und Neuner in der Widerlegung der Albrecht'schen Ansichten erzielt haben; ich habe vielmehr versucht, auf den Gedankengang Albrecht's einzugehen, diesen Gedankengang zu berücksichtigen und zu verfolgen. Ich habe mich deshalb der Mühe unterzogen, eine Reihe von Kaninchenembryonen in Medianschnitte zu zerlegen, von dem Kölliker'schen Stadium an bis zu einem Stadium, wo die Ausbildung des knorpeligen Schädels und besonders der Sattelgrube und Sattellehne beendet ist, eine Arbeit, die nicht geringe Opfer an Zeit und Mühe gekostet hat, und die eigentlich die Aufgabe Albrecht's selbst gewesen wäre.

Mit Recht hat v. Kölliker ihm schon den Rath gegeben, er möchte doch einmal selbst Embryonen untersuchen,[1] dann würde er allein zu anderen Anschauungen gelangen. Aber Albrecht hat es nicht für nothwendig befunden, auch nur eine einzige selbständige embryologische Untersuchung mit Beziehung auf den fraglichen Kaninchenembryo der Kölliker'schen Figur zu machen.

So müssen Andere für ihn diese embryologischen Untersuchungen machen, und an ihrer Hand wird es hoffentlich gelingen, Hrn. Prof. Albrecht ad oculos zu demonstriren, wie gewagt es ist, derartige Behauptungen ohne genügende entwickelungsgeschichtliche Begründung aufzustellen!

Die Kölliker'sche Figur also gab Albrecht Veranlassung zu behaupten, dass

1. die primitive und definitive Sattellehne der Wirbelthiere an demselben morphologisch genau gekennzeichneten Orte liegen (*ms* der Kölliker'schen Figur).

[1] Hr. Paul Albrecht zum letzten Male. A. a. O.

Digitized by Google

Schon Rabl-Rückhard[1] hat ihn auf diesen Irrthum aufmerksam gemacht, aber ohne Erfolg, da er ihm nicht ganz die Basis raubte, die Albrecht scheinbar immer noch als Bestätigung für seine Behauptung in der Kölliker'schen Figur hatte.

Der Gedankengang Albrecht's ist kurz folgender:

„Die primitive Sattellehne hat eine auf das genaueste bestimmte Lage, sie liegt da, wo das Mittelhirn aufhört und das Zwischenhirn anfängt, liegt also zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn, also in *ms* der Kölliker'schen Figur."

Dass *ms* in der That der Ort der primitiven Sattellehne ist, darin stimmen wir mit Albrecht überein.

Ferner bestimmt er den Ort der definitiven Sattellehne, indem er erklärt, dass auch sie zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn liegt.

Auch darin müssen wir Albrecht Recht geben.

Nun zieht er den Schluss, dass daher *ms*, das ja (NB. in diesem Embryonalstadium) zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn sich befinde, auch (NB. am erwachsenen Thiere) die definitive Sattellehne sein müsse.

Diese Folgerung ist falsch, und zwar aus dem schon oben erwähnten Grunde, weil nämlich Albrecht nicht berücksichtigt hat, dass die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zwischen Schädelinhalt und Schädelbasis in der fortschreitenden Entwickelung des Embryos sich wesentlich ändern, dass also, auf unseren speciellen Fall angewandt, *ms* in der That in diesem frühen Embryonalstadium zwischen dem basalen Theil des Mittel- und Zwischenhirns liegt und die primitive Sattellehne darstellt, dass aber *ms* nicht auch in jedem späteren Entwickelungsstadium dieselbe Lage inne hat. Es ist dies eine Schlussfolgerung Albrecht's, die gegen die Grundlehren der Entwickelungsgeschichte verstösst, nicht eine „erreur fondamentale commise par M. de Koelliker", wie Albrecht behauptet hat. Die Berücksichtigung unserer Zeichnungen wird den Irrthum zur Genüge aufklären.

2. Die zweite Behauptung Albrecht's, dass in dem Septum narium des Rindes sich Spuren der Chorda dorsalis und Wirbelcentren nachweisen lassen, hat auch ihre einzige entwickelungsgeschichtliche Begründung in der Kölliker'schen Figur.

Da nämlich Albrecht *ms* als den Ort der definitiven Sattellehne auffasst. so hält er den an *ms* zunächst anstossenden. vertieften Theil der

Digitized by Google

mitiven Sattellehne die Strecke zwischen *ms* und *ch* durchziehe, bis an das craniale Kopfende des ausgewachsenen Thieres reicht und sich im Septum narium nachweisen lasse. Auch hier hat, wie bei der ersten Behauptung, derselbe falsche Grundgedanke Hrn. Albrecht zu dem Fehlschluss verleitet.

Die Strecke zwischen *ms* und *ch*, die in diesem frühen Embryonalstadium an der primitiven Sattellehne beginnt und in der That am cranialen Ende des Schädels ihr Ende hat, ändert ihre Lage ganz bedeutend im weiteren Fortgang der Entwickelung des Thieres, eine Aenderung, die besonders durch das starke Auswachsen des Gehirns bedingt ist. Der Ort *ch*, der bei diesem frühen Embryonalstadium noch am cranialen Ende des Schädels ist, bleibt nicht in jedem späteren Stadium der Entwickelung das craniale Ende, er bleibt bald um ein Beträchtliches hinter dem cranialen Schädelende zurück. Die definitive Sattellehne dagegen bildet sich „an der Basis des allmählich zu einem dünnen Bindegewebsstrang atrophirten mittleren Schädelbalkens", und der spheno-ethmoidale Theil des Schädels, der bei ausgewachsenen Thieren das craniale Ende des Schädels bildet, hat eine ganz andere morphologisch gekennzeichnete Lage, er steht ohne Zusammenhang mit der Strecke *ms* — *ch* und ist in dem Stadium, das die Kölliker'sche Figur darstellt, noch gar nicht in der Mittellinie angedeutet. Auch hierüber werden uns unsere Zeichnungen genügend Aufschluss gewähren.

3. Was die dritte Behauptung Albrecht's „über die Nichtexistenz der Rathke'schen Tasche" anlangt, so sagt Kölliker in seinem Grundriss der Entwickelungsgeschichte[1] über die Hypophysis: „Der Hirnanhang (Hypophysis cerebri) ist ein Gebilde, das nur in seinem hinteren kleineren Lappen dem centralen Nervensystem angehört, während der grössere vordere Lappen desselben von der primitiven Mundhöhle aus sich entwickelt, und zwar (Götte, Mihalcowics) von dem Theile her, der ursprünglich vor der Rachenhaut liegt und die primitive, vom äusseren Keimblatt ausgekleidete Mundbucht darstellt."

Alles dies leugnet Albrecht, indem er behauptet, dass die Hypophysis durchaus keine Beziehung zum Gehirn oder der primitiven Mundhöhle und Rachen besitze.

Kölliker bezeichnet in seiner Figur *h* als leichte Einbiegung des Ectoderms, aus welcher später die Hypophysis sich bildet.

Digitized by Google

dalen Theil des Schädels, „und es müsste dann natürlich auch die Hypophysenbucht resp. der vordere Lappen der Hypophysis nicht nur epichordal, sondern sogar dorsal von dem zukünftigen Septum narium liegen".

Der Schluss ist falsch, weil seine Voraussetzung, dass nämlich *ms* bis *ch* der spheno-ethmoidale Theil des Schädels sei, falsch ist, wie wir deutlich aus unseren Zeichnungen ersehen werden.

Ausserdem aber stützt sich Albrecht auf das Zeugniss Rathke's, welcher selbst seine erste Annahme über die Entstehung der Hypophysis aus der nach ihm benannten Tasche später für falsch erklärt hatte.[1] Allerdings hat Rathke, umgestimmt durch die Arbeiten von Bourgery[2], seine anfänglichen Ansichten aufgegeben, aber ganz gewiss mit Unrecht. Und man kann die Täuschung diesem Forscher nicht verargen, wenn man bedenkt, dass die Hülfsmittel, die ihm bei der Untersuchung dieser subtilen Gebilde zur Verfügung standen, sehr unvollkommene waren.

Von unseren jüngsten Stadien, Kaninchenembryonen von 9 Tagen 2 Stunden, haben wir nur das hier abgezeichnet, welches am meisten der Kölliker'schen Figur entspricht.

(Alle Embryonen sind aufgerichtet gedacht.)

Die Chorda dorsalis reicht bis an das Ectoderm der primitiven Mundhöhle und dorsal von ihr bildet sich eine kleine Delle, die wir analog der Kölliker'schen Zeichnung mit *h* bezeichnen wollen. Ueberhaupt haben wir so viel wie möglich dieselben Buchstaben gewählt, wie Kölliker. Das häutige Cranium bildet auf der Strecke zwischen *ms* und *ch*, entsprechend den zwei über ihr liegenden Ausbuchtungen der primitiven Vorderhirnblase, zwei nach unten gegen die Chorda hin gerichtete convexe Bogen, die in dem Punkte *i* zusammentreffen.

Der Pharynx ist noch blind geschlossen.

Hervorheben will ich hier einige Thatsachen, um die Veränderungen deutlich zu machen, welche durch die wechselnden gegenseitigen Lagerungsverhältnisse in den verschiedenen Entwickelungsstadien entstehen.

Der häutige Schädel ist nur wenig über *ch* vorgewölbt. Eine Ebene, die in der Flucht der Vorderwand des Darmes nach oben liegt, schneidet nur einen kleinen Theil des Gehirns von dem übrigen Schädel ab (bei der Kölliker'schen Figur ist der abgeschnittene gedachte Theil noch kleiner). Das vordere Ende der Chorda fällt beinahe in eine Ebene mit der Vorder-

Digitized by Google

Chorda. Die Knickungsstelle der Chorda, was besonders zu beachten ist, ist nur wenig von *ms* entfernt. Die Strecke *hx*, welche das vordere Ende des häutigen Schädels darstellt, bildet einen stumpfen Winkel, der dem rechten Winkel genähert ist, mit der Linie *ms — ch*. Das Ectoderm der Strecke *hx* stösst dicht an die Wandung der Vorderhirnblase, ohne Zwischenlagerung einer Mesodermschicht in der Mittellinie.

In dem zweiten Stadium, Embryo von 10 Tagen 2 Stunden, sind die Verhältnisse schon wesentlich verändert.

Der Rachen ist eben bei *r* nach aussen durchgebrochen. Die ursprünglich leichte Delle bei *h* ist zur deutlich ausgesprochenen Einziehung (Tasche) geworden, theilweise vielleicht durch active und bisher unbekannte Processe, zum grossen Theil aber dadurch entstanden, dass die Vorderhirnblase, im Wachsthum vorauseilend sich über das vordere Ende des Darms nach vorn und unten vorgewölbt hat. Die Chorda, die in ihrer ganzen Ausdehnung bis *ch* zu constatiren ist, macht bei *ss* den durch die Kopfbeuge bedingten Winkel, der aber nicht, wie in Fig. 1, ein rechter, sondern ein spitzer ist. Der Punkt *ms* hat sich um eine verhältnissmässig grosse Strecke von dem Chordawinkel *ss* entfernt. Wie vorher, fällt das vordere Ende der Chorda beinahe in die Flucht der Vorderwand des Darmrohres, dagegen befindet sich schon ein grösserer Theil der Gehirnhöhle vor dieser Ebene. Die Strecke *hx*, welche im ersten Stadium mit der Linie *ms — ch* einen dem rechten genäherten stumpfen Winkel bildete, liegt jetzt beinahe in einer Ebene mit *ms — ch*, was um so bemerkenswerther ist, weil die Strecke *ms — ch* selbst ihre Lage verändert hat, dadurch, dass sich Punkt *ms* bedeutend erhoben hat und der Chordawinkel ein spitzer geworden ist.

Es ist also jetzt zur häutigen Schädelbasis eine neue Strecke hinzugetreten (*h—x*), welche vor dem vorderen Ende der Chorda gelegen ist. Dieselbe enthält zwar bisher noch kein Mesoderm in der Medianebene, während die mehr lateral gelegenen Schnitte an derselben Strecke schon eine lateral allmählich stärker werdende Mesodermschicht zeigen. Die beiden Vertiefungen *ms — i* und *i—h* sind noch deutlich erkennbar.

Das dritte Stadium, ein Embryo von 11 Tagen 2 Stunden, zeigt nur geringere Fortschritte.

Die Bucht bei *h* ist tiefer geworden und hat sich verschmälert, wieder ein Folgezustand der stärker gewordenen Vorbuchtung der Vorderhirnblase. Die Strecke zwischen *ss* und *ch* hat mit dem Wachsthum der Umgebung nicht gleichen Schritt gehalten, sondern ist hinter demselben zurückgeblieben. Die Chorda ist ebenfalls in ihrer ganzen Länge sichtbar, hat aber an Dicke und Deutlichkeit abgenommen. Der Winkel, zu dem sie durch die Kopfbeuge des Embryo veranlasst wurde, ist fast derselbe geblieben,

Digitized by Google

wie im vorhergehenden Stadium. Dagegen hat sich Punkt *ms* bedeutend vom Scheitel des Chordawinkels entfernt und ragt als äusserstes Ende des mittleren Schädelbalkens Rathke's (resp. vorderen Schädelbalkens Köllikers) tief in das Lumen des Schädels hinein. Die Strecke *ms — ch* (resp. *h*) zeigt noch die beiden in Fig. 1 beschriebenen Bogen, wenn auch in weniger deutlicher Ausprägung. Die Strecke *ms — i* bleibt ausserdem an Länge hinter der Strecke *i—h* relativ zurück. Wir werden in Folgendem sehen, dass diese ursprünglichen Vertiefungen durchaus in keiner Beziehung zu der späteren Vertiefung der Sattelgrube stehen, sondern dass dieselben allmählich sich verwischen und später andere auftreten, welche erst die bleibende Formation darstellen. Der vor dem vorderen Chordaende, durch die Umbiegung des Vorderhirns nach vorn und unten, entstandene neue Basistheil des häutigen Schädels ist noch verlängert. Er zeigt in der Mittellinie nur eine zarte Mesodermschicht, die aber in den mehr lateral gelegenen Schnitten rasch an Dicke zunimmt. Man kann hier die Beobachtung machen, welche im nächsten Entwickelungsstadium des Embryo sich bestätigt findet, dass in dieser Strecke (*h—x*) das Mesoderm sich immer mehr ansammelt, indem es sich von beiden Seiten her gegen die Mittellinie vorschiebt, und schon jetzt geht deutlich hervor, dass in diesem Theil das vordere Ende des Sphenoidale und der ethmoidale Theil des Schädels sich bildet.

In unserem vierten Stadium, einem Kaninchenembryo von 15 Tagen, hat der mittlere Schädelbalken Rathke's an Höhe relativ zugenommen. Er ragt tief in die Schädelhöhle hinein und zeigt an seiner Spitze (*ms*) eine Verbreiterung. In ihm lassen sich ein stärkeres und am oberen breiteren Ende mehrere kleinere Gefässe constatiren. Punkt *i*, der die Grenze der in Fig. 1 beschriebenen Dellen bezeichnete, hat sich ganz verwischt. Die Rathke'sche Tasche ist tiefer geworden und beschreibt einen schwachen, nach hinten und unten gerichteten convexen Bogen. Ihr Zusammenhang mit der primitiven Mundhöhle ist noch genau zu constatiren. An der Hinterfläche sowohl der Rathke'schen Tasche, d. h. am Beginn der Vorderfläche des mittleren Schädelbalkens, als auch an der Vorderseite dieser Tasche bildet die Gehirnwandung je eine Einstülpung, von denen die hintere einen grossen Theil des Endstückes der Rathke'schen Tasche umfasst und sich schon jetzt als Gehirntheil der Hypophysis (Processus infundibuliformis) charakterisirt. Das obere blinde Ende der Rathke'schen Tasche (Hypophysensäckchen) und die dasselbe einhüllende Ausstülpung der Gehirnblase liegen zusammen in einer vorläufig wenig abgegrenzten Vertiefung des häutigen Schädels. Diese Vertiefung wird aber erst, wie wir aus den folgenden Zeichnungen sehen werden, durch das Auftreten des Knorpels, der das Hypophysensäckchen und den Proc. infundibuliformis

Digitized by Google

schalenförmig umgiebt, schärfer begrenzt, und da man gewöhnt ist, bei makroskopischer Betrachtung nur die stärker in's Auge fallende knorpelige Schale zu beachten und ihre bindegewebige Ausfüllung zu vernachlässigen, erhält man später das Bild einer scharf ausgeprägten Grube, der Sattelgrube, deren hintere Wand die Sattellehne ist, welche letztere aber, wie schon jetzt ersichtlich ist, durchaus keine Beziehungen zu der primitiven Sattellehne *ms* hat. Die Chorda lässt sich nicht ganz bis an das Ectoderm der primitiven Mundhöhle verfolgen. Sie endet vorher, nachdem sie bei *ss* eine Knickung gemacht hat, die aber viel stumpfer und abgerundeter ist, als in den vorhergegangenen Figuren. Die Chorda zeigt hier auch die von Mihalcowics[1] genau beschriebene glashelle Scheide.

Zum ersten Mal finden wir hier den spheno-ethmoidalen Theil des Schädels in der Mittellinie deutlich entwickelt. Sein hinteres Ende liegt dicht vor der Hypophysenbucht, durch diese von der Strecke *ms — ch* getrennt. Er macht sich geltend als eine unten rasch zunehmende und nach oben hin allmählich abfallende Verdickung des mittleren Keimblattes, und seine äusseren Grenzen lassen annähernd die Contouren der Nase erkennen. Ein Zusammenhang dieses Schädeltheiles mit dem vorderen Ende der Chorda ist in jeder Beziehung zu leugnen. Das vordere Ende der Chorda liegt hinter der Hypophysenbucht im spheno-occipitalen Theil des Schädels, während der spheno-ethmoidale Theil nur vor dieser Bucht neu entstanden ist. Ebensowenig lässt sich in diesem Stadium irgend welche metamere Gliederung der Nasenscheidewand constatiren, sie erscheint als eine vollkommen gleichartige Wucherung der mesodermatischen Gewebe.

Einen weiteren Fortschritt zeigt unser fünftes Stadium, ein Embryo von ca. 18 Tagen.

Die Rathke'sche Tasche hat sich vollständig von ihrem Ursprungsort, der primitiven Mundhöhle, abgeschnürt, und nur ein schmaler Streifen von stärker gefärbten Zellen zeigt ihren früheren Zusammenhang mit derselben (bei *h*) an. Der abgeschnürte Drüsenschlauch der Hypophysis hat sich Sförmig gekrümmt. Der Proc. infundibuliformis ist tiefer geworden, steht aber noch in Communication mit dem Gehirn. Das vorderste Stück der Chorda beschreibt eine mehrfach geschlängelte Linie und lässt sich deutlich mit ihrer Scheide bis in die Nähe der tiefsten Biegungsstelle der Hypophysis verfolgen. Der mittlere Schädelbalken Rathke's ist verhältnissmässig im Wachsthum zurückgeblieben und zeigt noch ein starkes Gefäss, das eine Fortsetzung der Art. basilaris ist, welche im Spheno-Occipitaltheil eine Strecke durchschnitten ist. Ausserdem ist in dem spheno-occipitalen Theil schon die Umwandlung in Knorpel angedeutet. Die

[1] Wirbelsaite und Wirbelanhang. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XI.

Digitized by Google

Chorda reicht mit ihrem vordersten Ende über diesen Knorpel hinaus, zieht dann im dorsalen Theil des Knorpels nach abwärts und liegt schliesslich am ventralen Rande desselben. Der ethmoidale Theil des Schädels ist noch stärker entwickelt und auch in dem peripheren Theil des Septum narium zeigen sich die Anfänge von Verknorpelung, die in der Zeichnung durch dunklere Streifen angedeutet sind.

In unserer letzten Zeichnung, die nur die Umgebung der Sattellehne eines Kaninchenembryo darstellt, ist die knorpelige Schädelbasis fast vollkommen ausgebildet.

Der mittlere Schädelbalken ist in seinem bei weitem grösseren oberen Theil (von *ms*, dem Ort der primitiven Sattellehne, bis *o*) zu einem dünnen Bindegewebsbalken atrophirt. Von *o* an beginnt der Knorpel der Schädelbasis und bildet in seinem ersten Theil die definitive Sattellehne, schlägt sich dann bogenförmig um den Drüsenschlauch der Hypophysis und den Proc. infundibuliformis herum nach vorn, um so erst die definitive Sattelgrube herzustellen. Es entsteht also die definitive Sattellehne, wie aus dieser Zeichnung klar ersichtlich ist, am vorderen Rand des Ursprunges des mittleren Schädelbalkens, wie dies übrigens von Kölliker und anderen Autoren schon dargestellt wurde.

Noch immer lässt sich der frühere Zusammenhang des nunmehrigen Lobus anterior der Hypophysis mit der primären Mundhöhle durch einen Spalt in dem basalen Knorpel erkennen.

Die Chorda dorsalis zieht im untersten Theil am ventralen Rande des Spheno-occipitale, gelangt dann mit mehreren kleinen Schlängelungen bis dicht an die definitive Sattelgrube, um sich hier mit abgerundeter Knickung nach vorn allmählich zu verlieren.

Gestützt auf die eben beschriebenen embryologischen Befunde können wir Hrn. Prof. Albrecht drei Behauptungen entgegenstellen, welche zu den seinigen in directem Gegensatz stehen.

1. Die primitive und definitive Sattellehne sind an morphologisch ganz verschiedenen Punkten gelagert.

Die primitive Sattellehne liegt, wie Hr. Albrecht selbst zugiebt, an *ms* der Kölliker'schen Figur; sie liegt auch, wie Hr. Albrecht ebenfalls zugeben muss, an *ms* unserer Figg. 1–6. Sie ist also im Verlauf der Entwickelung des Embryo mit dem mittleren Schädelbalken Rathke's nach oben ausgewachsen, wird im späteren Embryonalleben aber atrophisch zu einem dünnen Bindegewebsstrang, und mit dem grössten Theil des mittleren Schädelbalkens, wie schon Kölliker in seiner Entwickelungsgeschichte lehrt, pia mater. Dagegen entwickelt sich die Basis des mittleren Schädelbalkens zur definitiven Sattellehne.

Digitized by Google

Die Bildungsstelle der definitiven Sattellehne an unserer Fig. 1 resp. an der Kölliker'schen Figur genau zu zeigen wird schwer fallen, wenn man bedenkt, dass die Strecke, welche in Fig. 6 dem atrophirten mittleren Schädelbalken nebst der Sattellehne entspricht, in Fig. 1 nur durch die kurze Strecke zwischen dem Chordawinkel *ss* und *ms* gebildet wird. Sie würde in die Mesodermschicht zu verlegen sein, welche in der unmittelbaren Nähe des Chordawinkels sich befindet, während das Mesoderm um *ms* und Punkt *ms* selbst keinen Antheil an ihrer Bildung haben, zum mittleren Schädelbalken auswächst und *ms* schliesslich in die Mitte des Gehirns zu liegen kommt!

2. Der Hirnanhang entsteht in seinem Lobus anterior aus einer Ausbuchtung der primitiven Mundhöhle und in seinem Lobus posterior aus dem Centralnervensystem. Wenn Hr. Albrecht den Beginn der Hypophysentasche bei Fig. 1 (*h*), die immer tiefer werdende Einstülpung bei Figg. 2—4, ihre schliessliche Abschnürung bei Fig. 5 und ihre definitive Lagerung mit den bestehen gebliebenen Spuren ihres Ursprunges bei Fig. 6 berücksichtigen will, so bleibt ihm kein Ausweg möglich, als zu gestehen, dass er sich in seiner Annahme getäuscht hat und dass auch Rathke sich durch Bourgery hat täuschen lassen.

Wenn Hr. Albrecht durch eigene Untersuchungen von dem Zusammenhang der Hypophysentasche mit der primitiven Mundhöhle eine Anschauung gewinnen will, so kann er es schon auf viel bequemeren Wege, als durch diese zeitraubenden Schnittserien. Er braucht nur einen Hühnerembryo von 3—5 Tagen oder einen Kaninchenembryo von 10—14 Tagen kurze Zeit in Alkohol härten, ihm dann den Unterkiefer ablösen und mit der Loupe die primitive Mundhöhle und den Rachen betrachten, dann wird er deutlich die Hypophysenbucht als mehr oder minder tiefe Einsenkung wahrnehmen.

3. Der spheno-ethmoidale Theil des Schädels hat keinen Zusammenhang mit dem vorderen Ende der Chorda dorsalis, er entsteht vor der Hypophysenbucht, während die Chorda hinter derselben verbleibt, und er ist in der Kölliker'schen Figur noch gar nicht angedeutet.

Die Figuren müssen Hrn. Albrecht selbst lehren, dass auch diese seine Hypothese unhaltbar ist. Er kann beobachten, wie die Hypophysentasche allmählich das vordere Ende der Chorda von dem vor ihm liegenden Theil der Schädelwandung trennt, wie die Chorda nie über die Hypophysis hinausreicht, und wie später erst der spheno-ethmoidale Theil des Schädels vor der Hypophysentasche sich zwischen Ectoderm und Gehirnwand als gleichmässige Wucherung der mesodermatischen Theile vorschiebt.

Natürlich steht der bindegewebige Strang, den Albrecht im Nasen-

Digitized by Google

kamm des Rindes gefunden hat, und der nach Albrecht „nichts anderes sein kann als die Chorda", auch ohne jeden Zusammenhang mit der Chorda dorsalis.

Aber was ist denn eigentlich jener Nasenkamm, in welchem Albrecht das vordere Ende der Chorda dorsalis gefunden haben wollte?

Das ist die Frage, welche uns im zweiten Theil der Arbeit beschäftigen soll.

Neuner nannte diesen Kamm „in morphologischer Hinsicht noch völlig unklar". Ich will nun zunächst versuchen, ihm analoge Bildungen in der Nasenhöhle mehrerer Thierspecies an die Seite zu stellen, sowohl bei Embryonen als auch bei erwachsenen Thieren, will zugleich die Veränderungen schildern, denen sie in den verschiedenen Entwickelungsstadien des Thieres unterworfen sind, und will schliesslich die Function erörtern, durch welche sie für den Organismus nützlich sind.

Ich untersuchte zuerst den Kopf eines Rindsembryo, den ich im hiesigen anatomischen Institut vorfand und dessen Längsdurchmesser 9 cm betrug. An demselben wurde ein Sagittalschnitt dicht neben der Mittellinie gemacht, so dass das Septum narium unverletzt auf der einen Hälfte des Schnittes blieb. Die Betrachtung des freigelegten Septum narium ergab nun folgende Thatsachen: Besonders fiel ein Wulst auf, in der Längsrichtung des Septums verlaufend und unzweifelhaft identisch mit dem Albrecht'schen Wulst. Wir wollen ihn Nasenkamm nennen, obwohl wir später erst seine Identität mit dem von Franck beschriebenen Nasenkamm des Rindes beweisen werden. Er beginnt 1·4 cm hinter dem vorderen Kopfende als leichte Wulstung der Schleimhaut, mehr im Breitendurchmesser sich entfaltend als im Höhendurchmesser. Bald aber wird er im weiteren Verlauf nach hinten schmäler und höher und erreicht 0·5 cm hinter seinem Beginn seine grösste Höhe. Dann fällt er allmählich nach hinten ab, wird schmäler und niedriger und endet in einer Gesammtlänge von 2 cm kurz vor dem vorderen Ende der hinteren Siebbeinmuscheln.

Es fielen aber ausserdem an demselben Praeparat ähnlich erscheinende Wülste in der Mucosa des Septums auf, allerdings aber viel schwächer ausgeprägt, als der Nasenkamm, und zwar im hinteren Theil der Nasenscheidewand, im Bereich also der späteren Lamina perpendicularis ossis ethmoidalis.

Es waren fünf, alle von fast gleicher Stärke und nach hinten und oben (bei horizontal gedachtem Kopf) convergirend. Zwischen ihnen war die Mucosa mit flachen Einbuchtungen versehen, deren tiefste Stellen sogar

Digitized by Google

machte eine S förmige Biegung, die beiden obersten waren fast gerade gerichtet. Schon bei oberflächlicher Betrachtung liessen sich Analogien dieser schwachen Wülste mit dem oben beschriebenen Nasenkamm vermuthen, und die Berücksichtigung der anderen Kopfhälfte, die Beachtung der gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zwischen den Theilen der lateralen und medianen Nasenhöhlenwand bestätigte diese Vermuthung. Es ergab sich unschwer, wie schon Neuner vermuthete, dass der Nasenkamm genau dem Verlauf des mittleren Nasenganges entsprach, d. h. dem Raum, der zwischen der oberen (hinteren) und unteren (vorderen) Muschel des Thieres lag, und dass die fünf hinteren Wülste in den Zwischenräumen sich ausdehnten und gewissermaassen einen Abdruck der Zwischenräume herstellten, welche zwischen den einzelnen hinteren Siebbeinmuscheln sich befanden.

Einen Einwand musste ich alsbald gegen die Praeexistenz der hinteren Schleimhautleisten machen! Der benutzte Kopf war ein Spirituspraepärat, der wahrscheinlich schon Jahrelang conservirt liegt, und wo auch äussere Umstände (Schrumpfung der Nasenschleimhaut durch Alkohol, Druck von der Umgebung ausgehend etc.) künstlich einen Abdruck der lateralen Nasenhöhlenwand auf dem Septum erzeugt haben könnten. Eine ähnliche Entstehungsweise konnte bei dem vorderen Längswulst nicht leicht in Frage kommen, schon seine grosse Mächtigkeit sprach dagegen. Ich will diesem Einwand aber bald begegnen, indem ich weitere Beobachtungen an anderen Rindsembryonen anführe. Ich verschaffte mir frische Rindsembryonen, die schon in ihrer Entwickelung weiter fortgeschritten waren. An dem Kopf des einen (Kopflänge 19·5 cm) wurden, nachdem er in einer Gefriermischung erstarrt war, ebenfalls Sagittalschnitte neben der Mittellinie gemacht. Abgesehen von dem Nasenkamm, der sehr stark ausgeprägt war, fanden sich auch hinten die oben beschriebenen fünf Wülste zwischen den Siebbeinmuscheln. Allerdings war ihre Entwickelung nicht gleichen Schritt gegangen mit der Entwickelung des Embryo, sie waren bedeutend im Wachsthum zurückgeblieben, wenn man sie verglich mit den entsprechenden Bildungen am ersten Kopf. Jedenfalls aber ging aus diesem Schnitt hervor, dass sie kein Kunstproduct seien.

Besonders erwähnen möchte ich an dieser Stelle, dass diese hinteren Wülste durchaus nicht etwa durch den Verlauf von Nerven bedingt sind, die ja hier als N. nasopalatini Scarpae in ähnlicher Richtung d. h. divergirend nach unten und vorn verlaufen, man sieht vielmehr diese Nerven zwischen den einzelnen Schleimhauterhebungen deutlich durch die zarte Schleimhaut durchschimmern.

Bemerkenswerth war hier noch ein anderer, dem Nasenkamm ähnlich erscheinender Wulst, der sich längs dem unteren Rand des Septum hinzog und mehr als ein Drittel der Septalfläche einnahm. Er wird von einigen

Digitized by Google

Autoren (Fuchs) als Centrum venosum Schwabii beschriehen. Schon äusserlich wird der Name gerechtfertigt durch seine starke Blutfüllung, derart, dass er fast in seinem ganzen Bereich als bläulich rother Strang erscheint. Er liegt im Bereich des unteren Nasenganges, zwischen der unteren Muschel und dem Boden der Nasenhöhle. Auch Franck beschreibt ihn in seiner „Anatomie der Haussäugethiere“[1] (S. 598). Er ist noch mächtiger als der Nasenkamm, beginnt 3 cm hinter dem vorderen Kopfende nnd erstreckt sich nach hinten bis tief in die Choanen hinein.

An einem anderen Kopfe, dessen Länge 20 cm betrug, wurden Frontalschnitte gemacht, die ungefähr 1 cm voneinander entfernt waren. Man sah zunächst den Nasenkamm, sich in den Zwischenraum einschiebend, der zwischen den convexen Innenrändern der oberen und unteren Muschel des Thieres bestand. Der Nasenkamm bot das Bild eines stumpfwinkligen Dreiecks, dessen stumpfer Winkel seinen Scheitel an der Spitze des Kammes hatte, und dessen längste Seite am Septum sass. Der nach oben liegende Schenkel des stumpfen Winkels war ausserdem kürzer als der nach unten gerichtete. Vorzüglich erwies er sich als eine Verdickung der Submucosa, aber auch der Knorpel des Septums war an dieser Stelle verdickt und zwar fast im ganzen Bereich des Kammes. An den letzten Schnitten, welche die Siebbeinmuscheln und den dazu gehörigen Theil des Septum narium trafen, sah man, wie die Hervorragungen des Septums sich ebenfalls in den Zwischenräumen der Muscheln erstreckten. Und auch hier waren an mehreren Stellen, ungefähr der Mitte der Leisten entsprechend, Verdickungen des knorpligen Septums derart vorhanden, dass diese sogar zuweilen in den Vordergrund traten und den grössten Theil der ganzen septalen Verstärkung ausmachten, wahrend die Verdickungen der Submucosa kaum merklich waren.

Ausserdem wurden an einem Kalbskopf von 10 Tagen gleichgerichtete Sagittalschnitte gemacht, wie bei den Rindsembryonen, und man fand ähnliche Verhältnisse. Der Nasenkamm war stark entwickelt und beschrieb im vorderen kleinsten Theile eine nach abwärts gerichtete convexe Linie, in seinem weiteren Verlauf aber einen grossen nach aufwärts gewandten convexen Bogen. Das Centrum venos. Schwabii war nicht so stark mit Blut gefüllt, als es an Schnitten von Embryonen der Fall war. Die Leisten des Septums zwischen den Siebbeinmuscheln waren theils ganz verschwunden, theils noch deutlich erkennbar, und zwar da am besten, wo das knorplige Septum auch zum Aufbau der Hervorragung beigetragen hatte.

Ausser diesen eben beschriebenen Septalleisten findet sich noch ein anderer Wulst in der Nasenhöhle des Rindes, welcher die grösste Aehn-

[1] Franck, *Anatomie der Haussäugethiere.* 1. Aufl. Stuttgart 1871.

Digitized by Google

lichkeit mit dem Nasenkamm besitzt und auch, wie wir später sehen werden, analoge Bedeutung mit ihm hat. Er ist im Verlauf des unteren Nasenganges, mächtiger noch als der Nasenkamm. Schon Franck hat ihn gekannt und in seinem Lehrbuch beschrieben (S. 598 und Figg. 60 u. 61, 5): „Der Boden der Nasenhöhle", so lautet die betreffende Stelle, „wird jederseits durch einen der Länge nach verlaufenden Schwellkörper, der einen Knorpel zur Grundlage hat, in eine laterale und mediale Abtheilung gebracht. Dieser Knorpel, der bis zur Höhe des fünften Backzahns reicht, stammt vom Ansatzknorpel der hinteren Dütte ab." Auf dem Durchschnitt macht er sich geltend als eine Wucherung der Submucosa, trägt aber schon im Embryonalleben den oben erwähnten Knorpel als Stützgerüst. Er beginnt vorn ungefähr in derselben Höhe, in welcher der Nasenkamm im Septum entsteht, und zwar an der unteren Fläche der unteren Muschel, nicht weit von ihrer Basis entfernt, steigt aber im weiteren Verlauf immer mehr nach abwärts, indem er sich von der Ansatzstelle der unteren Muschel entfernt. Bedingt ist diese Lageveränderung seiner Basis durch den von der Muschel ausgehenden, nach unten sich entwickelnden freien Bogen, der, wie man leicht an der Schnittserie erkennen kann, nach hinten immer mehr an Umfang zunimmt, sich so zwischen Basis der Muschel und den Wulst legt und den letzteren daher aus seiner anfänglichen Stellung verdrängt. Denn bekanntlich beginnt die untere Muschel vorn mit einer nach oben und aussen gerollten Lamelle, die ungefähr $1^1/_2$ Kreistouren beschreibt; an sie schliesst sich aber schon im Bereich des ersten Drittels ihrer Länge eine nach unten eingerollte Lamelle an, die bald dieselbe Mächtigkeit gewinnt wie die obere und einen grossen Theil des unteren seitlichen Nasenganges ausfüllt. Der Wulst ist in der Mitte seines Verlaufs am stärksten, am hinteren Ende liegt er an der seitlichen unteren Wand der Nasenhöhle, vollständig isolirt von der Muschel. Der Knorpel, der ihm als Grundlage dient (nur in seiner vorderen Hälfte vorhanden), geht vorn deutlich von dem Ansatzknorpel der unteren Muschel aus, spaltet sich aber bald von ihm ab, indem auch der Wulst sich vom Anfangsknorpel entfernt, so dass er schliesslich eine kurze Strecke als isolirter Strang verläuft und vollständig von Bindegewebe umgeben ist. Nur ein kleiner Theil des Querschnitts wird von ihm in Anspruch genommen, der grössere Theil des Wulstes besteht aus lockerem Gewebe, im frischen Zustand reichlich mit Blut gefüllt.

Schliesslich wurde noch der Kopf eines erwachsenen Rindes von ca. 8 Jahren benutzt, um die fernere Entwickelung der vorher beschriebenen

Digitized by Google

gende Leiste dar, von derselben Sförmigen Krümmung wie im Embryonalstadium. Er beginnt 5 cm hinter der Nasenspitze, hat eine Länge von 17 cm und endet ungefähr 3 cm vor der Spitze der hinteren Siebbeinmuscheln. Die Schleimhaut des Septums ist im Allgemeinen schwächer injicirt, als bei jungen Thieren, auch der Nasenkamm selbst erscheint blass, nur im Bereich des unteren Nasenganges ist starke Injection und Blutfüllung vorhanden, die bis tief in die Choanen hinabreicht.

An der das Septum enthaltenden Hälfte wurden nun Frontalschnitte (am vorher gefrorenen Praeparat) gemacht in Zwischenräumen von 1 cm. Es erschien der mittlere Nasengang auffallend breit und sein Durchmesser nimmt von vorn nach hinten noch an Breite zu. Im Nasenkamm, der sich gegen das Lumen dieses Nasenganges vorbuchtet und denselben annähernd gleichmässig verschmälert, ist deutlich ein Knorpelstrang zu sehen und zu fühlen. Derselbe ist der Basis des Kammes genähert und in seiner ganzen Länge vom knorpligen Septum getrennt, mit diesem anscheinend nur durch ein derberes Bindegewebe verbunden. Unter dem Mikroskop erweist sich die Grundsubstanz des Kammes als lockeres Bindegewebe. Die Gefässe sind in ihm gleichmässig vertheilt, in reichlicher Anzahl vorhanden, ohne jedoch cavernösen Charakter zu besitzen. Einen grossen Theil des Kammes nehmen Schleimdrüsen acinöser Art ein. Im inneren Drittel sieht man Stellen mit derberem Bindegewebe und reichlich eingestreuten Knorpelzellen. Theils befinden sich in diesem derberen Gewebe nur ein Herd von Knorpelzellen, theils, und zwar im vorderen Drittel des Kammes, zwei Stränge. Die Querschnitte der Knorpelzellenherde sind unregelmässig, theils rundlich, theils oval, theils bohnenförmig. Die Zellen selbst sind gleichmässig in den Herden vertheilt, keine deutliche Gruppirung erkennen lassend.

Unwillkürlich fällt bei makroskopischer Betrachtung dieses Querschnitts des Nasenkamms die Aehnlichkeit auf, die derselbe mit dem Querschnitt des Wulstes im unteren Nasengange hat, besonders an den Stellen, wo hier der Stützknorpel vollständig von der festen Unterlage gelöst ist.

Wir haben bisher nur beim Rinde Bildungen erwähnt, die dem Nasenkamm analog erscheinen. Bei Betrachtung der Nasenhöhle anderer Säuger werden wir, und zwar auch im Septum und an fast denselben Stellen, ähnliche Wucherungen der Schleimhaut auffinden, und es wird nicht schwer fallen, ihre Analogien mit dem Nasenkamm festzustellen.

Schon aus den eben beschriebenen Beobachtungen können wir constatiren, dass diese Septalleisten nur da entstehen, wo die Verhältnisse der lateralen Nasenhöhlenwand es zulassen oder begünstigen, besonders deshalb in den Zwischenräumen, welche die Muscheln zwischen sich lassen. Es wird daher nicht wunderbar erscheinen, wenn diese Leisten von sehr wech-

Digitized by Google

selnder Stärke sind, oder wenn sie ganz fehlen. So habe ich z. B. keine wesentlichen Hervorragungen im Septum von Kaninchen und Katzen beobachtet. Der Grund liegt hier einfach darin, dass die laterale Nasenhöhlenwand eine derartige Wucherung der Septaltheile nicht gestattet. Während beim Rind die Innenränder der oberen und unteren Muschel so weit voneinander divergiren, dass ein im Querschnitt dreieckiger Zwischenraum vorhanden ist, berühren sich die Muscheln der Katzen und Kaninchen (wenigstens im Embryonalstadium, wo ein Entstehen derartiger Wülste nur möglich ist) beinahe mit ihren einander entgegengekehrten Flächen und mit der Nasenscheidewand, so dass es dem Septum unmöglich ist zwischen diese Muschellamellen Fortsätze zu senden.

In einer zweiten Reihe von Thieren bestehen derartige Wucherungen im frühen Embryonalleben, während sie im extrauterinen Leben nicht mehr zu constatiren sind; bei den meisten Thieren bleiben sie, oder wenigstens Spuren von ihnen, in jedem Entwickelungsstadium bestehen.

Ich hatte Gelegenheit, mehrere Querschnittsserien von Mäuseembryonen zu durchmustern und fand dabei mehrere Unebenheiten des Septum, welche unsere vorher erwähnte Annahme bestätigen. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass hier stets ein Vorsprung der lateralen Nasenhöhlenwandung einer Delle im Septum narium entsprach, und dass wiederum zwischen den einzelnen lateralen Vorsprüngen sich Vorwölbungen des Septums geltend machten, so dass durch dieses wechselseitige Eingreifen der Nasenhöhlenwände nur ein capillarer Spaltraum übrig blieb. Deutlich ausgeprägt war eine Verdickung des Septum im mittleren und eine zweite im unteren Nasengang, an welchen in gleicher Weise die Submucosa wie das knorplige Gerüst theilnahm. Die Submucosa zeigte besonders an der oberen, der Decke der Nasenhöhle genäherten Verdickung mehrere starke Gefässe, die der Richtung der Septalleiste folgen.

An der ausgewachsenen Maus fanden sich bei Benützung von Sagittalschnitten beide Hervorragungen des Septums erhalten. Der obere, der Lage nach dem Nasenkamm entsprechende, erstreckte sich über die vordere Hälfte des Septums und liess bei schwacher Vergrösserung keine Gefässe durchschimmern. Wohl aber liefen in der Längsrichtung des unteren mehrere Venen, welche ihm theils in die Choanen folgten, theils auch vor den Choanen sich von ihm trennten und ihren Verlauf nach hinten und oben (auf die pars ethmoidalis des Septums) nahmen und sich hier zu grösseren Stämmen vereinigten.

Aehnliche Verhältnisse liessen Querschnitte von Schweinsembryonen erkennen. Nur sind die Septalverdickungen nicht so deutlich ausgeprägt. An Sagittalschnitten einzelner Embryonen sah man eine schwache Leiste im Verlauf des mittleren Nasenganges. Dieser Gang verläuft aber in

Digitized by Google

etwas anderer Richtung als beim Rinde, und demgemäss ist auch die Richtung des Wulstes eine veränderte, nämlich von vorn oben nach hinten unten (bei horizontal gestelltem Kopf), während der Nasenkamm nahezu in Mitte des Septums hinzieht. Seine grösste Stärke erreicht der Wulst beim Schwein am hinteren Ende des vorderen Drittels und verliert sich nach hinten hin allmählich. Eine zweite Septalverdickung erscheint (analog dem centr. venos. Schwabii des Rindes) im Bereich des unteren Nasenganges. Auch hier scheint cavernöses Gewebe vorhanden zu sein. Schliesslich drängen sich auch in die Zwischenräume zwischen den hinteren Ethmoidalmuscheln kleine Hervorragungen des Septums von ganz gleichem Charakter, wie sie vorher beim Rind beschrieben worden sind. Die beiden längsgerichteten Leisten lassen sich sogar in jedem Alter des Thieres nachweisen. Sie haben fast entsprechend dem Wachsthum des Thieres an Mächtigkeit zugenommen, wenn sie sich auch nicht so scharf von dem Grund abheben, wie es beim Franck'schen Nasenkamm der Fall ist. Im frischen Zustand (ich untersuchte das Septum eines ungefähr $1^1/_2$ Jahr alten Thieres) erscheint nicht nur der untere Längswulst stark blutreich, sondern auch der obere. Das submucöse Gewebe ist locker und lässt bei einer starken Füllung der Gefässe eine nicht unerhebliche Volumvergrösserung der Leiste zu. Die hinteren Wülste im Ethmoidaltheil sind zum grössten Theil verschwunden und nur die beiden mittleren als geringe kantenartige Erhebung über das Niveau der Mucosa angedeutet.

Auch beim Menschen finden sich ähnliche Bildungen und diese sind schon von einigen Autoren constatirt worden. So sagt Zuckerkandl in seiner „Normalen u. patholog. Anatomie der Nasenhöhle u. ihrer pneumatischen Anhänge“[1] (S. 41): „Die Nasenscheidewand bewahrt nicht in ihrer ganzen Ausdehnung die gleiche Dicke. Sie ist in der Regio respiratoria viel dicker als in der Reg. olfactoria und diese Verdickung wird hauptsächlich durch eine Verstärkung der Nasenschleimhaut veranlasst. Die Verdickung ist insbesondere vorn am Eingang in die Ringspalte, zwischen den vorderen Enden der mittleren Nasenmuschel, gut ausgesprochen, allwo die Nasenscheidewand durch Anhäufung von Drüsen in der Schleimhaut einen von J. B. Morgagni (Adv. anatom. omn. Lugd. Batav. 1723) zuerst beschriebenen Wulst trägt (an welchem jedoch auch das knorplige Septum durch locale Verdickung betheiligt ist). Im hintersten Antheil der Scheide-

Digitized by Google

Stadium des Embryonallebens sehr schwach entwickelt waren, wie z. B. die hinteren Ethmoidalkämme des Schweines. Der Grund ihrer Rückbildung mag theils in einer mangelnden Lebensfähigkeit liegen, theils darin, dass sie für den frei lebenden Organismus bedeutungslos geworden sind. Ausserdem scheinen die raschen Wachsthumsverhältnisse der Umgebung geeignet zu sein, so kleine Schleimhautfalten, wie sie hier auftreten, zu dehnen und auszugleichen.

Andere Hervorragungen des Septum sind post partum zwar noch zu constatiren, jedoch haben sie nicht gleichen Schritt gehalten mit der Entwickelung ihres Trägers, und nur einzelne haben in jedem Alter des Thieres eine entsprechende Stärke bewahrt.

Alle aber sind im Embryonalleben verhältnissmässig am deutlichsten ausgeprägt, es liegt daher nahe, nach einer Ursache dieser Erscheinung zu suchen.

Sicher ist, dass sie beim Embryo das Enganeinanderliegen der Wände der Nasenhöhle begünstigen, derart, dass durch die äussere Nasenöffnung nichts zwischen ihnen hindurch nach dem hinteren Theil des Cavum narium gelangen kann. Diesen Verschluss der Nasengänge bis auf einen capillaren Spalt erreichen sie allerdings nicht im ganzen Bereich der Nasenhöhle. Im hinteren Theil stehen sogar fast regelmässig die mediale und laterale Nasenhöhlenwand von einander entfernt, so dass ein Zwischenraum von wechselnden Dimensionen zwischen ihnen verbleibt, der natürlich mit irgend welcher Flüssigkeit ausgefüllt wird. Ob dieser Verschluss der Nasenhöhle im Embryonalleben der Thiere ein absolut wichtiger für das Bestehen der Frucht ist, will ich dahingestellt sein lassen, es scheint fast, als ob er entbehrlich wäre. Findet man doch trotz dieses vorhandenen Abschlusses im Magen vieler Foeten Bestandtheile der die Frucht umhüllenden Flüssigkeit, Fruchtwasser, Vernix caseosa etc., die sich durch den Mund einen Weg in den Darmkanal gebahnt haben müssen. Die Gefahr für den Foetus wäre wohl kaum grösser, wenn sie durch die Communikation der Nasenhöhle eindringen würden. Eher liesse sich die Vermuthung aufstellen, dass dieser Verschluss einen Schutz darbietet für die dahintergelegene Schleimhaut der Nasenhöhle, insbesondere der Regio olfactoria.

Auch an anderen Spaltbildungen kann man im Embryonalstadium einen vielleicht analogen Verschluss beobachten. So sind die Lidränder der Embryonen vollständig verklebt, bei manchen Thieren sogar noch kurze Zeit nach der Geburt.

Man könnte ferner geneigt sein, die Ursache der Entstehung dieser Wülste als eine in den Gesetzen der Entwickelungsmechanik beruhende aufzufassen.

Die Muscheln lassen einen Raum zwischen sich, der für die entspre-

Digitized by Google

chenden Theile des Septum ein Locus minoris resistentiae ist, das Septum nun seinerseits benützt diesen freien Raum, die Zellen wuchern hier stärker, weil ihrer Ausbreitung weniger Hindernisse entgegenstehen, sie passen sich den gegenüberliegenden Flächen an und bilden so die Leisten, die wir in den Spatiis interconchalibus vorfinden.

Aber wir müssen uns alsbald die Frage vorlegen, warum im hinteren Theil der Nasenhöhle, wo die Zellen doch annähernd gleiche Wachsthumstendenz haben müssten und wo derselbe freie Raum für etwaige Wucherungen der Septalgebilde vorhanden ist, nicht auch eben dieselben Verhältnisse sich vorfinden? Man könnte höchstens annehmen, dass diese Wachsthumstendenz der Zellen des Septum gegen den freien Raum hin eine sehr beschränkte ist und nur so lange besteht, bis überhaupt ein Verschluss der Nasenhöhle gegen die Umgebung der Frucht erzielt ist.

Was schliesslich die Thatsache anlangt, dass einzelne dieser Schleimhauterhebungen das ganze Leben hindurch bestehen, ja sogar entsprechend dem Wachsthum des Thieres an Mächtigkeit zunehmen, so werden wir zu dem Glauben berechtigt sein, dass sie auch extrauterin eine Function besitzen.

Es wird nicht unwesentlich sein und die Zweckmässigkeit derartiger Gebilde mehr anschaulich machen, wenn wir ein wenig genauer auf die Function der Vorsprünge der Nasenhöhlenwände überhaupt eingehen.

Die Beobachtung lehrt, dass das Cavum narium reich ist an Kanten und Vorsprüngen, welche zwei Aufgaben genügen sollen, deren erste darin besteht: den Weg für die einströmende Athmungsluft möglichst gleichmässig zu verengern. Die grosse Bedeutung dieses Princips ist leicht ersichtlich aus den Nachtheilen, welche ausschliessliche oder auch nur theilweise Mundathmung nach sich ziehen. Die Luft passirt hier weitere Räume, ehe sie in die tieferen Luftwege eintritt, sie wird also nur mit geringen Veränderungen in dieselben gelangen. Sie wird von ungleicher Temperatur sein, wird ferner trocken sein und oft Fremdkörper enthalten, so dass sehr leicht pathologische Processe im Rachen, in Trachea und Lungen sich entwickeln können.

Als zweite Aufgabe liegt der Nasenhöhle ob, die Luft auch zu dem Geruchsorgan hinzuleiten, und zwar so, dass diese sehr empfindliche Gegend durch die dem Wechsel ausgesetzte äussere Luft keinen Schaden erleide.

Diese beiden Aufgaben zu erfüllen, sind jene mannigfaltigen Einrichtungen im Innern der Nasenhöhle vorhanden, zu denen auch die von uns oben beschriebenen Unebenheiten und Leisten des Septum gehören. Denn nur bei den wenigsten Thierklassen genügen allein die Muscheln, um eine gleichmässig weite Passage in den Nasengängen zu ermöglichen, bei den meisten Gattungen lassen sie Zwischenräume bestehen, die zu gross sind,

Digitized by Google

um alle durchpassirenden Luftpartikel in der für den Organismus geeigneten Weise umzuwandeln, und sie werden in Folge dessen unterstützt:

1. theilweise durch mehr weniger stark entwickelte Kanten und Vorsprünge, welche sich in die zwischen den Muscheln befindlichen Räume vorschieben und als raumverengend wirken,

2. theilweise durch den eigenthümlichen Beu einzelner Bezirke der Submucosa, der es der Submucosa ermöglicht, ihr Volumen zu vergrössern und damit das von ihr begrenzte Lumen zu verschmälern. Es sind dies der cavernöse Bau gewisser Schleimhautpartien oder zahlreiche Venenplexus in dem submucösen Gewebe.

Unsere vorher beschriebenen Wülste und Leisten haben also dieselbe Function, wie die Muscheln, allerdings aber in viel geringerem Grade als diese, und wir werden sie deshalb functionell auch als Muscheln auffassen können. Sie besitzen allerdings nicht die fundamentalen Eigenschaften einer Muschel, wie sie Gegenbaur von derselben verlangt, welcher „an den Begriff einer Muschel die Vorstellung einer einfachen, frei in die Nasenhöhle ragenden Lamelle" knüpft, „die terminal sich verschieden verhalten kann". Uebrigens möchte ich bemerken, dass nicht einmal alle echten Muscheln den Ansprüchen genügen, welche Gegenbaur an sie stellt, manche echte Muscheln sind auch nur einfache Ausbuchtungen der Nasenhöhle, bestehend aus einer blasigen oder kolbenartigen Auftreibung der Nasenhöhlenwandung. Der Begriff „Muschel" verlangt, wenn er wirklich alle muschelartigen Gebilde in sich schliessen soll, eine mehr allgemeine, mehr auf functioneller Basis beruhende Erklärung.

Der Einfluss nun, den diese Einrichtungen des Cavum narium auf die eindringende Athmungsluft haben, ist ein bedeutender. Die Muscheln zunächst buchten sich meist in gewundenen Lamellen gegen das Lumen der Nasenhöhle vor und bewirken eine Oberflächenvergrösserung der Hohlräume. Der eindringende Luftstrom wird daher mehr mit den Wandungen der Nasenhöhle in Berührung kommen, in engere Beziehung zu den sich unter der Schleimhaut verästelnden Gefässen treten und dadurch eine Temperaturerhöhung erfahren, die der Temperatur des Organismus wesentlich genähert ist. Durch das verengernde Moment der Muscheln wird ferner der Luftstrom in seiner Bahn aufgehalten und genöthigt, sich die Eigenschaften seiner Umgebung mehr zu eigen zu machen, eine zweite Ursache seiner Er-

Digitized by Google

Art und Weise, wie unsere Wülste diese Functionen der Muscheln unterstützen, ist besonders an Frontalschnitten leicht ersichtlich.

Der dem Boden genäherte Wulst verengt den unteren Nasengang nicht unbedeutend; er enthält ausserdem theils cavernöses Gewebe, theils starke Venenplexus, die die Verengerung zu einer wechselnden gestalten können, je nachdem es für den Organismus wünschenswerth erscheint. Er kann ferner in Folge seines Blutreichthums mehr Wärme an die passirende Luft abgeben. Der Nasenkamm ferner verengt den Raum zwischen den medialen Flächen der unteren und oberen Muscheln und ist besonders durch seinen Drüsenreichthum ausgezeichnet; er wird den andringenden Luftstrom also mehr zu durchfeuchten vermögen. Es ist sogar anzunehmen, dass gerade durch diese Hervorragungen im Verein mit dem eigenthümlichen Bau des submucösen Gewebes dem Organismus die Möglichkeit gegeben ist, die Nasengänge fast ganz zu verschliessen, wenn es das Interesse des Thieres erfordert.

Auch beim Menschen sind ähnliche Beobachtungen gemacht worden. Hack[1] schreibt darüber: „Sehr viele Menschen leiden, ohne gerade besonders für Schnupfen praedisponirt zu sein, an einer flüchtig vorübergehenden Undurchgängigkeit der Nase. Ausserordentlich rasch kann sich der Zustand entwickeln, ausserordentlich rasch wieder verschwinden. Bei Aufenthalt in durch Staub, durch das Rauchen einer Lampe etc. verunreinigten Luft kann sich dieser Zustand herausbilden, um gleich wieder zu verschwinden, sobald die Gelegenheitsursache entfernt ist. Es besteht also hier ursprünglich ein rein physiologischer Verschlussmechanismus, welcher im Stande ist, die Nasenhöhle gegen schädliche Einflüsse bis zu einem gewissen Grade zu bewahren." Natürlich ist auch hier der Verschluss bewirkt durch Anschwellen der cavernöse Gewebe enthaltenden Theile der Submucosa.

Neben der Raumverengerung und Anfeuchtung der Athmungsluft hat aber der Franck'sche Nasenkamm für das Rind noch eine grössere Bedeutung. Er erscheint als Schutzwall der so empfindlichen Riechsphäre gegen ihre Feinde, indem er nur wohl durchwärmte und durchfeuchtete Luft in den über ihm liegenden Theil des Cavum narium eintreten lässt. Ohne ihn würde leicht ein ungleichmässig temperirter Luftstrom gegen die Regio olfactoria andringen können, und würde gar bald ihre Empfindlichkeit abstumpfen oder vielleicht ganz vernichten. Wie nützlich aber gerade

Digitized by Google

der Geruchsinn der Rinder, wie Sachverständige mir versichert haben, ein sehr gut entwickelter ist.

Es bleibt uns nur noch übrig, einiges über die Identität des von Albrecht beschriebenen Kammes und des Franck'schen Nasenkammes zu erwähnen. Der Unterschied, den Albrecht zwischen beiden Bildungen hervorhob, dass nämlich der von Franck beschriebene Kamm schon an der Lamina perpendicularis ossis ethmoidalis seinen Anfang nehme, während der seinige erst 14 mm vor derselben beginne, ist ein ganz unwesentlicher und wahrscheinlich zum grössten Theil von wenig veränderten Verhältnissen der lateralen Nasenhöhlenwandungen abhängig. Ausserdem könnte ja auch durch das Trocknen des Brüsseler Rinderschädels das hintere Ende des Kammes, das normal nur eine leichte Erhebung der Schleimhaut darstellt, undeutlich geworden sein.

Was schliesslich die von Albrecht beschriebenen verknöcherten Auftreibungen des knorpeligen Septums anlangt, so müssen wir es durchaus ablehnen, wenn dieser Forscher sie als Wirbelcentren bezeichnet. Wir können uns hier ganz der Neuner'schen Auffassung anschliessen, welcher hervorgehoben hat, dass die metamere Knochenbildung Albrecht's nichts anderes sei, als das Anfangsstadium einer senilen Ossification.

Wenn Albrecht versuchen wollte, das Auftreten und Fortschreiten der Verknöcherungen des knorpeligen Septums an mehreren Medianschnitten durch die Nasenscheidewand älterer Rinder zu verfolgen, so würde er leicht erkennen, dass die Verknöcherungsherde regellos im knorpeligen Septum zerstreut sind und zu kleineren und grösseren Herden confluiren.

Wenn nun im Verlauf des Nasenkammes und des unteren Vomerrandes die Verknöcherung eine grössere Ausdehnung gewonnen hat, wenn sie ausserdem im Bereich des Nasenkammes zu Knochenauftreibungen geführt hat, so kann man dies nur den verschiedenen Ernährungsverhältnissen zuschreiben, unter denen diese beiden Bezirke gegenüber den anderen Theilen des Septum narium stehen. Die caudo-craniale Richtung dieser Auftreibungen ist in diesem Fall rein zufällig, weil sie an den Verlauf des Nasenkammes resp. des unteren Vomerrandes gebunden sind. Dem gegenüber stehen alle anderen ähnlich entstehenden Verknöcherungsherde des Septums, die durchaus keine caudo-craniale Richtung und keine Metamerie erkennen lassen.

Ferner haben wir schon dadurch, dass wir die Nichtexistenz der Chorda dorsalis im Septum narium bewiesen haben, auch dieser Hypothese betreffs der Wirbelcentra in demselben Bereich vollständig den Boden entzogen.

Und wenn überhaupt von einer metameren Gliederung der Nasenscheidewand die Rede sein könnte, so müsste man verlangen, in irgend

Digitized by Google

einem Stadium des Embryonallebens diese Metamerie wenigstens angedeutet zu finden.

Diesen Beweis zu liefern, wird Hrn. Prof. Albrecht wohl schwerlich gelingen, denn nicht eine Spur derartiger metamerer Anordnung lässt sich in irgend einem Embryonalstadium constatiren.

Breslau, Juli 1887.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIII.)

Die Kaninchenembryonen wurden in Alkohol gehärtet, in alkoholischer Borax-carminlösung gefärbt, in Paraffin eingeschmolzen und in Sagittalschnittserien zerlegt.

Die Zeichnungen der Medianschnitte wurden mit Hülfe des His'schen Embryographen angefertigt.

Fig. 1. Medianschnitt eines Kaninchenembryo von 9 Tagen 2 Stunden. 25fache lineare Vergrösserung.

Fig. 2. Medianschnitt eines Kaninchenembryo von 10 Tagen 2 Stunden. 25fache lineare Vergrössernng.

Fig. 3. Medianschnitt eines Kaninchenembryo von 11 Tagen 2 Stunden. 25fache Vergrösserung.

Fig. 4. Medianschnitt eines Kaninchenembryo von 15 Tagen. 12fache lineare Vergrösserung.

Fig. 5. Medianschnitt eines Kaninchenembryo von ca. 18 Tagen. 12fache lineare Vergrösserung.

Fig. 6. Medianschnitt eines Kaninchenembryo von ca. 20 Tagen. 12fache lineare Vergrösserung.

a. Gefäss des mittleren Schädelbalkens Rathkes.
ab. Arteria basilaris.
c. Knorpel des Spheno-occipitale.
cd. Chorda dorsalis.
ch. vorderes Ende der Chorda.
g. Gehirnsubstanz.
h. Bildungsstelle der Rathke'schen Tasche.
hi. Hinterhirn.
hy. Hypophysensäckchen bez. Lob. ant. hypophys.
i. Knickungsstelle des mittleren Schädelbalkens.

Digitized by Google

o. oberes Ende der definitiven Sattellehne.
os. beginnende Verknorpelung des Septum narium.
p. i. Proc. infundibuliformis des Gehirns.
ph. Pharynx.
q. Ueberrest der früheren Verbindung des abgeschnürten Hypophysenschlauches mit der primitiven Mundhöhle.
ss. Knickungsstelle der Chorda dorsalis durch Kopfbeuge erzeugt.
s. n. Septum narium.
u. Unterkiefer.
vh. Vorderhirn.
w. Zahnanlage.
x. craniales Ende des häutigen Schädels.
z. Zwischenhirn.
zu. Zunge.

Digitized by Google

Ein seltener Fall von angeborener Atresie und Durchtrennung des Darmrohres mit entwickelungsgeschichtlich interessanten Verhältnissen am Peritoneum.

Von

Dr. med. Hermann Born,
Assistenzarzt an der Frauenklinik zu Breslau.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

(Hierzu Taf. XIV.)

An das anatomische Institut zu Breslau wurde im Laufe des Winters 1886 die Leiche eines neugeborenen Kindes abgeliefert, dessen Baucheingeweide und Peritonealverhältnisse seltene und, wie ich glaube, interessante Abweichungen von der Norm zeigten. Der Director des Institutes, Hr. Prof. Hasse, war so freundlich, mir das Object zur Bearbeitung zu überlassen, wofür ich ihm hiermit meinen besten Dank sage.

Die Leiche ist die eines neugeborenen Kindes männlichen Geschlechts von 44 cm Länge bei gestrecktem Leibe und Beinen, vom Scheitel bis zu den Fersen gemessen. Da die Untersuchung des Kindes nicht gleich frisch geschehen konnte und weitere Angaben über die Abstammung desselben nicht vorlagen, so vermögen wir die Frage, ob und wie lange dasselbe gelebt habe, nicht zu beantworten.

Dasselbe erschien äusserlich vollkommen wohlgebildet. Erst als die Bauchhöhle durch den gewöhnlichen Kreuzschnitt eröffnet war, ergaben sich

Digitized by Google

die drüsigen Baucheingeweide, Leber, Pankreas, Milz und Nieren nichts Besonderes zeigten, dass die Hoden in den Hodensack herabgestiegen waren, dass die Stelle des Proc. vag. an der linken Seite glatt, an der rechten Seite etwas grubig vertieft erschien.

Legte man nach Eröffnung der Bauchhöhle die vier Lappen der Bauchwände auseinander, so präsentirte sich die Leber in für das Kind regulären Grössen-, Gestalts- und Verbindungsverhältnissen; wurde nun der vordere Rand der Leber in die Höhe geklappt, so sah man das Omentum minus, wie normal, zur kleinen Curvatur des Magens ziehen.

Das Winslow'sche Loch war leicht aufzufinden und durchgängig. Der Magen, der nun frei lag, erwies sich als ungeheuer ausgedehnt. Die Höhe desselben am rechten Rande der Cardia, von der kleinen zur grossen Curvatur gemessen, überstieg 5 cm. Form und Lage des Magens entsprachen dabei den gewöhnlichen Verhältnissen. Nach rechts ging der Magen über die seichte Einschnürung des Pylorus hinweg in den ebenfalls colossal ausgedehnten oberen horizontalen Theil des Duodenums über (Fig. *D. s*). Die Höhe des letzteren betrug ungefähr 3 cm. Dasselbe zog unter dem rechten Leberlappen nach rechts und hinten bis zur rechten Bauchwand, und bog daselbst in den absteigenden Theil des Duodenums um. (Fig. *D. d.*) Drängte man diesen nach rechts hin, so sah man, dass nur sein oberes Ende an dem Innenrande der Vorderfläche der rechten Niere durch einen peritonealen Umschlagsrand befestigt war, während sich der grössere untere Theil der ebenfalls colossal ausgeweiteten Portio descendens Duodeni in situ bis auf die rechte Beckenschaufel, bis an den Rand des kleinen Beckens hin erstreckte, sich aber hier frei von der Hinterwand abheben liess, so dass die quere Umschlagslinie des Peritoneums von der Hinterwand dieses Darmtheiles auf die von dem Peritoneum glatt überkleidete Rückwand der Bauchhöhle sich gerade oberhalb des Hilus der Ren dexter befand. Dieser Umschlagsrand zog sich, wenn man das Duodenum nach oben geklappt hatte, von der Vorderfläche der Niere, etwas schräg nach links aufsteigend bis an den linken Umfang der Wirbelsäule, wo er sich an der Unterseite des Mesocolon transversus verlor.

Eigenthümlich und im Anfange schwer entwirrbar war der Verlauf des wiederaufsteigenden Theiles (Fig. *D. o. a.*). Derselbe geht aus der Vorderfläche des unteren Endes der Pars desc. hervor und verläuft vor derselben eine Strecke weit beinahe gerade in die Höhe. Er ist an dieser Stelle mit der Vorderfläche des Endes des absteigenden Theiles durch eine kurze Mesenterialplatte verbunden. Er bedeckt aufsteigend nicht die ganze Vorderfläche der Pars descendens, sondern lässt deren linken Umfang frei. Etwas unter der Mitte der Pars descendens legt sich die Pars obl. asc. der Vorderfläche derselben dicht an und verlöthet mit ihr, so dass das

Digitized by Google

durchsichtige Mesenterium des Anfangstheiles der Pars asc. kreisförmig vom Darm umschlossen wird. Gleich darauf verliert die Pars obl. asc. ihre gerade aufsteigende Richtung und biegt in der Quere nach links ab gegen den linken Rand der Pars desc. Duodeni und endigt links neben demselben mit einem umfänglichen Blindsacke (Taf. XIV *D. o. a.*). Dieser nach links und etwas nach oben gewendete Blindsack der Pars obl. asc. ist wie man sich des weiteren leicht überzeugt, in dem Anfangstheil der Wurzel des Mesenteriums gelegen.

Wenn man, wie unten noch einmal im Zusammenhange hervorzuheben, das Colon transv. nach rechts hin verfolgt, so sieht man, dass dasselbe, am linken Rande des oberen Theiles der Pars desc. Duodeni angelangt, in einem nach rechts und oben convexen Bogen nach abwärts biegt. Dieser Bogen läuft nur eine kurze Strecke vor dem Innenrande der Pars desc. Duodeni, dann tritt er auf das vor dem unteren Theil desselben gelegene Ende der Pars obl. asc. und überkreuzt denselben so, dass der eigentliche Blindsack derselben links in der Concavität des Bogens erscheint. Die grösste Entfernung zwischen dem Ende des Blindsackes und der Krümmung des Bogens des Colons beträgt reichlich $1^1/_2$ cm. Am unteren Rande des Blindsackes geht das Colon in ein frei heraus springendes Coecum (*C. C.*) über, während der den Blindsack überkreuzende Theil des Colons, also das Colon, asc. diesem breit angelöthet war. Es sei hier gleich hervorgehoben, dass das Coecum dieser Stellung gemäss den untersten Rand des Duodenums, der, wie oben gesagt, bis auf die rechte Beckenschaufel herabstieg, bei weitem nicht erreicht, da dieser unterste Rand von der Umbiegungsstelle des Duodenum desc. in die Pars obl. asc. gebildet wird, während sich das Coecum in der Nähe des Blindsackes, in den die Pars obl. asc. nach oben ausläuft, befindet. (In der Figur ist das Coecum durch die Ausbreitung und Anspannung der Mesenterialplatte etwas nach unten gezogen.)

Von der hinteren Seite des Coecums hängt der Proc. vermiformis herab. Oberhalb des Coecums mündet von links her das Ileum ein (J^1).

Von der concaven (linken) Seite des Bogens, der vom Anfang des Col. transv., dem Col. asc. und dem Coecum umschlossen wird, erhebt sich eine Peritonealplatte, in die der obere Blindsack der Pars. obl. asc. Duodeni eingeschlossen ist. Diese Peritonealplatte überschreitet das Ende des Blindsackes aber nach links hin mit einem $^1/_2$ bis 1 cm breiten freien Rande. Diese Platte kommt oben unter dem Mesocolon tansv. hervor. Ihr linker Rand ist frei. In ihrem rechten unteren Rande liegt das Ende des Ileum

Digitized by Google

Vorderfläche des absteigenden Theiles des Duodenums zu Gesicht, in dessen Peritonealüberzug also die linke bez. hintere Platte des Mesenteriums continuirlich umbiegt.

Nach Eröffnung des Magens an der vorderen Fläche entleerte sich aus demselben reichliche trübe Flüssigkeit, ebenso aus der in der hinteren Wand der Pars desc. Duodeni gemachten Oeffnung. Der Inhalt der letzteren besteht in einer dickflüssigen, schmutzig braunrothen, mit Flocken untermischten Masse, welche etwas übel riecht und alkalische Reaction zeigt. In den übrigen Theilen des Darmes findet sich ein sehr dicker, weisser, schleimähnlicher Inhalt, welcher in der Nähe des Duodenalendes des Dünndarmes eine mehr grünlichgraue an einer Stelle bis in's schwärzliche gehende Färbung aufweist. Die im Duodenum befindliche Flüssigkeit liess bei der chemischen Untersuchung Gallenbestandtheile erkennen, der Inhalt des übrigen abgeschnürten Dünndarmes und des Dickdarmes nicht.

Nun waren die Höhlen des Magens und Duodenums der Inspection und der Sonde, ja einem kleinen Finger zugänglich. Die Pylorusklappe sprang weniger vor. Die Umbiegungsstelle der Pars descendens und der Pars oblique asc. ist blindsackartig nach unten ausgebuchtet; schiebt man von da aus den kleinen Finger oder die Sonde in die Pars asc. hinein, so constatirt man leicht, dass dieselbe in der That nach links hin sehr erweitert, blind abgeschlossen endigt.

Nun wird es zweckmässig sein, nicht den sich zunächst an das blinde Ende des Duodenums anschliessenden Darmtheil, den Anfang des Jejunum zu suchen, sondern am Rectum anzufangen und von demselben aus längs dem Colon und Ileum bis zum Anfang des Jejunum zurückzugehen.

Das Rectum steigt in der gewöhnlichen Weise, durch eine tiefe Fossa Douglasii von der hinteren Blasenwand geschieden, in der Mittellinie am Os sacrum bis zum Promontorium auf und geht dann in eine wohlausgebildete und mit einem hohen Mesocolon versehene Flexura sigmoidea über. Die Basis des Mesocolons der Flexura sigmoidea ist schmal und steigt, nur wenig von der Medianebene entfernt, etwas schräg nach oben links auf. Links neben dem unteren Umfange der Lendenwirbelsäule erreicht der Darm die hintere Bauchwand wieder und steigt nun, wenn wir denselben, wie vorausgeschickt, in umgekehrter Richtung verfolgen, mit seiner hinteren Fläche breit der hinteren Bauchwand angeheftet, als Colon descendens auf. Das obere Ende desselben liegt aber nicht, wie normal am Aussenrande der linken, übrigens stark gewölbten Niere, sondern am Innenrande derselben. Um den weiteren Verlauf des Colons klar zu legen, muss der stark ausgeweitete Magen nach oben geschlagen werden. Nun wird die Flexura coli sinistra, deren Aussenrand vor dem Hilus der linken Niere liegt, sichtbar, zugleich auch das Colon transversum, das von hier aus im Gauzen

Digitized by Google

quer nach rechts herüberzieht, dabei aber etwa 1 cm von der linken Flexur entfernt eine lange Schlinge nach unten bildet. Die beiden Schenkel der Schlinge, der aufsteigende und wiederabsteigende, liegen dicht aneinander (vergl. Taf. XIV). Die Höhe der Schlinge misst ungefähr $3^1/_2$ cm. In Betreff der Peritonealverhältnisse dieses Colontheils ergiebt sich folgendes: Von der Curvatura major des Magens hängt, wie normal, das grosse Netz herab. An die Unterseite der hinteren Platte desselben ist, wie gewöhnlich, der Quergrimmdarm angewachsen. Die Ansatzlinie läuft quer über die Basis der eben erwähnten Schlinge des Colon transversum hinweg. Dieselbe ist also an der vorderen und hinteren Seite frei. Vom Quergrimmdarm aus läuft dann ein niedriges Mesocolon transversum zur Wirbelsäule und weiter rechts, wie noch weiterhin bei der Verfolgung des rechten Endes als Colon transversum zu besprechen, über der Wurzel des Mesenteriums hinweg.

Sieht man sich das linke Ende des Netzes genauer an, so merkt man, dass dasselbe über die linke Flexur hinaus sich am ganzen Colon descendens herab erstreckt. Wie sich nach Eröffnung des Netzbeutels ergab, besitzt derselbe mithin eine nach links und unten gewendete blinde, spitz endigende Ausbuchtung. Nach rechts hin zieht sich der Netzbeutel nur bis hinter den Anfangstheil der Pars horizontalis superior duodeni. Der grössere Theil derselben ist nicht vom Netzbeutel unterminirt. An der Hinterwand des Netzbeutels schimmert das Pancreas hindurch. Die übrigen Verhältnisse der Bursa omentalis sind die gewöhnlichen.

Verfolgen wir das Colon nach rechts hin, so tritt es, wie oben schon geschildert, an den Innenrand des oberen Theiles der Pars desc. Duodeni, überkreuzt dann schräg, im Bogen herablaufend, die Basis des nach oben und links gewendeten Blindsackes der Pars oblique ascendens duodeni, als Colon ascendens, und geht am unteren Rande des Blindsackes in das Coecum über. Von der Hinterseite des letzteren geht ein $3^1/_2$ cm langer, in flache Schlingen gelegter Proc. vermiformis aus.

Versucht man von der Einmündung des Ileum in das Colon den Dünndarm rückwärts zu verfolgen, so bemerkt man leicht, dass sich das ganze Convolut der Dünndarmschlingen frei von der hinteren Bauchwand abheben lässt und nur vermittelst einer schmalen Basis, die sich quer unter dem Ende des Colon transversum weg erstreckt, hoch oben angeheftet ist. (*R. M.*) Untersucht man die Sache näher, so findet man Folgendes: Das

Digitized by Google

geben, an, so erkennt man, dass der wirkliche, als freie Falte heraustretende Theil derselben nicht breit (kaum 1 cm) sich darstellt. Nach rechts hin liegt in der Basis, wie oben schon erwähnt, das blinde Ende des Duodenums und umrahmt ist die Abgangsstelle des Mesenteriums von rechts her vom Anfang des Colon transv., dem Col. asc. und dem Coecum. Verfolgt man nun den Dünndarm nach abwärts, so sieht man, dass sich diese Wurzel der Mesenterialplatte in eine im Ganzen etwa 10 cm lange dünne Membran verfolgen lässt, deren im gespannten Zustande nach links gewendeter Rand frei und plan ist, während (vgl. Taf. XIV. *M*) sich diese Platte nach rechts hin sehr bald in zahlreiche krausenartige Falten legt, an deren Rande die Schlingen des Dünndarmes befestigt sind. Der plane Theil der Platte ist nur wenige Millimeter breit, dann beginnt die Kräuselung. Nahe dem freien Rande verläuft die Arteria mesenterica sup. und die gleichnamige Vene, deren Dünndarmzweige natürlich alle nach rechts hinausgehen. Begleitet sind die Gefässe von einer Reihe etwas angeschwollener Lymphdrüsen. Der freie Rand der Platte erscheint, wenn dieselbe ausgespannt ist, bogenförmig. Die Oeffnung des Bogens ist nach links gewendet, die Krümmung desselben nimmt nach unten hin zu. Der Dünndarm ist von ziemlich gleichmässiger Dicke (bei glatt auf einander gelagerten Wänden etwa 1 cm breit) und hat nach dem Vergleich mit dem des Jejunoileum eines ausgetragenen Kindes von gleicher Grösse kaum die Hälfte der normalen Länge. Die Messung geschah so, dass an die Dünndarmschlingen, während man sie durch Entfaltung der Mesenterialplatte Strecke für Strecke ausspannte, ein Faden angelegt und dieser dann gemessen wurde. Die Methode ist zwar nicht sehr genau, es mögen gern Fehler von einigen Centimetern gemacht werden, bei der Grösse des Unterschiedes aber kommt das gar nicht in Betracht. Das Jejunoileum des normalen Kindes mass von Coecum bis zur Flexura duodeno jejunalis beinahe 3 m, der entwickelte Dünndarmtheil unseres Objectes nur 146 cm. Nach Krause[1] pflegt man von der Länge des Jejunoileum 2 Fünftheile für das Jejunum und 3 Fünftheile für das Ileum zu rechnen. Danach würde der n unserem Object erhaltene Theil nicht einmal dem ganzen Ileum entsprechen.

Die Durchmesser des Dünn- und Dickdarmes sind nicht merklich verschieden. Verfolgt man nun die nach unten ausgespannte Mesenterialplatte sammt dem an ihrem rechten Rande angehefteten Dünndarm bis zum unteren Ende, so kommt man auf folgendes bemerkenswerthe Verhältniss: Die letzten Schlingen des Dünndarmes umgeben das untere Ende der Mesenterialplatte und das letzte Ende geht plötzlich in ein fadenförmiges

[1] *Handbuch der speciellen Anatomie.* Hannover. 1879. S. 153.

Digitized by Google

Stück über, dessen Durchmesser noch nicht $1^1/_2$ mm erreicht; die Länge dieses an einer Stelle freilich in eine unauflösbare kurze Schlinge gelegten Darmfadens beträgt 3 cm (Taf. XIV, *Df*). Die Richtung desselben geht bei ausgespanntem Mesenterium entgegen der Gesammtrichtung des Dünndarmes nach oben. An seinem rechten Rande läuft das Mesenterium rasch verschmälert aus. Der freie Rand des Mesenteriums biegt am unteren Ende hakenförmig um. Der Darmfaden endet schliesslich scharf umgebogen blind. Versucht man die in dem Darm enthaltene Inhaltsmasse in den Faden einzupressen, so gelingt das nicht. Derselbe ist also entweder blind, oder das Lumen desselben ist sehr eng, oder endlich es ist irgend ein Klappenmechanismus vorhanden, der den Uebertritt der Inhaltsmasse in denselben verhindert. Eine nähere Untersuchung auf Schnitten unterblieb, um das Praeparat zu schonen. Der linke freie Rand der Mesenterialplatte misst, von der Wurzel bis zu der Stelle, wo er sich hakenformig umbiegt, um am Darmfaden auszulaufen, im gespannten Zustande reichlich 10 cm.

Fassen wir nun die Abweichungen unseres Falles von der Norm in Kurzem zusammen, so sind es folgende:

1. Die Pars oblique ascend. des Duodenums endet blind. Der Magen und das Duodenum sind in Folge dessen ungeheuer erweitert. Der untere Theil des absteigenden und der wiederaufsteigende Ast des Duodenums sind an ihrer hinteren Seite nicht an die hintere Bauchwand befestigt, sondern frei. Das Duodenum reicht in Folge seiner Erweiterung über die Ren dextra in die rechte Seite hinein und bis auf die Beckenschaufel herab.

2. Colon descendens und Coecum sitzen nicht auf der hinteren Bauchwand, sondern auf der Vorderfläche des erweiterten blindsackartigen oberen Endes der Pars obl. asc. des Duodenums auf.

3. Der Dünndarm ist an dem rechten Rande einer schmalen aber hohen Mesenterialplatte befestigt, welche nicht wie normal in einer langen, schräg absteigenden Linie an der Wirbelsäule angeheftet erscheint, sondern eine freie vordere und hintere Fläche und einen freien linken Rand besitzt und nur mit einer schmalen Basis in einer beinahe queren Linie unter dem Mesocolon transversum und rechts davon vom Duodenum herkommt.

Digitized by Google

Es wäre hier nun vielleicht am Platze, auf die einschlägige Literatur näher einzugehen, doch glauben wir ohne weiteres von diesem Vorhaben Abstand nehmen zu dürfen, da wir bei unseren diesbezüglichen Nachforschungen keinen einzigen Fall gefunden haben, der dem unsrigen völlig analog gewesen wäre. Wir gehen daher alsbald zur entwickelungsgeschichtlichen Betrachtung und Erläuterung des vorliegenden Objects über.

Bei der entwickelungsgeschichtlichen Erklärung unseres Falles lehnen wir uns den Darstellungen, welche Toldt in einer Arbeit, die sich betitelt: „Bau und Wachsthumsveränderungen der Gekröse des menschlichen Darmkanales" (veröffentlicht 1879 in den *Denkschriften der kaiserlichen Academie der Wissenschaften*, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Bd. XX, 2. Abthlg., S. 1), von diesen Verhältnissen gegeben hat und heben nur hervor, dass die Resultate dieser Arbeit in teratologischer Beziehung noch wenig ausgenutzt sind.

Wir geben zunächst eine kurze Darstellung der Toldt'schen Anschauungen und Resultate und schicken zugleich voraus, dass wir dieselben bei einer von unserer Seite selbst ausgeführten Untersuchung von fünf uns aus den Sammlungen des hiesigen anatomischen Instituts zur Verfügung gestellten Embryonen, welche dem Alter nach dem 2.—4. Monate angehörten, durchaus bestätigt gefunden haben. Toldt beginnt seine Darstellung mit den Resultaten der Untersuchungen von zwei sechswöchentlichen Embryonen.

Er fand zuvörderst, wie Joh. Müller schon angegeben, den Magen durch ein Mesogastrium befestigt, das von seiner nach links und hinten gewendeten grossen Curvatur nach der Mittellinie zieht und dort seinen Ansatz findet.

Bei Untersuchung der Peritonealverbindungen des Duodenums stellte sich eine Abweichung von der Darstellung der älteren Autoren, wie z. B. Joh. Müller, heraus, darin bestehend, dass Toldt ein Mesenterium des Duodenums zusammenhängend mit dem Mesogastrium fand, und zwar inserirt dasselbe am concaven Rande dieses Darmtheiles.

Die hintere Fläche des Duodenums ist frei und durch Lebersubstanz von der hinteren Bauchwand abgetrennt. In dem Mesogastrium und dem Mesenterium des Duodenums liegt, frei mit demselben beweglich, die Anlage des Pancreas und am Fundus des Magens die der Milz. Erst das Ende der Duodenalschlinge in der Nähe der Flexura duodeno-jejunalis ist breiter und fester an die hintere Bauchwand angeheftet. Die weiteren Umbildungen dieses obersten, zum Magen und Duodenum gehörigen Theiles der Mesenterialplatte (Ausbreitungsgebiet der Art. coeliaca), ihre Anlagerung und Anlöthung an die hintere Bauchwand, wodurch das ursprünglich frei bewegliche Pancreas an der hinteren Wand des Netzbeutels fixirt wird,

Digitized by Google

die Ausbildung des Omentum majus, die Verlöthung des Mesogastriums mit dem Mesocolon transo übergehen wir im Folgenden, da alle diese Vorgänge sich an unserem Object in den wesentlichen Punkten durchaus normal abgespielt haben. Nur eines sei noch hervorgehoben. His[1] verlegt die Stelle, wo das Duodenum fester an der hinteren Bauchwand adhärirt (ohne Mesent.), höher als Toldt, nämlich an die Einmündungsstelle des Gallenganges. Die untere Hälfte der Pars desc. und die Pars obl. asc. des Duodenums sollen sich nach His in diesem Stadium frei von der Bauchwand abheben. In der That stimmten mit der His'schen Angabe auch die Verhältnisse an unserem Objecte überein, indem, wie oben beschrieben, bei diesem nur die obere Hälfte der Pars desc. Duodeni an die vordere Fläche der Niere angelöthet ist, während die untere Hälfte desselben, sowie die Pars. obl. asc. eine von freiem Peritoneum überkleidete Rückfläche zeigten. An den übrigen Abschnitten des Darmkanales und seiner peritonealen Anhänge gestalten sich nun nach den Toldt'schen Beobachtungen die Entwickelungsverhältnisse wie folgt: Gleich hinter dem dem Duodenum entsprechenden Theil bildet das Darmrohr eine langgestreckte Schlinge, deren absteigender Schenkel rechts, deren aufsteigender links liegt und deren Scheitel sich im Nabelstrange befindet, wo sie den normalen Nabelbruch bildet. Dicht an dem von dem Scheitelbogen gebildeten Abschnitt der Schlinge zeigte sich am aufsteigenden Schenkel eine Verbuckelung, welche später zum Coecum wird. Den dahinter gelegenen übrigen Theil des aufsteigenden Schenkels der Schlinge betrachtet Toldt als die Anlage des Colon ascendens und Colon transv. Die Umbiegung des letzteren in den weiterhin nach abwärts verlaufenden, beiläufig in der Mittellinie gelegenen Darmkanal, wird als Flexura Coli sinistra angesprochen. Der absteigende Schenkel der Schlinge selbst und das an sie angrenzende kurze Stück des aufsteigenden Schenkels bilden die Anlage des Jejunoileums. Zwischen den beiden Schenkeln der Darmschlinge ist ein ganz schmales Mesenterium befindlich, welches vorn vom Scheitel, seitlich eben von den beiden Schenkeln eingerahmt wird und hinten zum Theil mit dem hinter demselben gelegenen retroperitonealen Bindegewebe in Zusammenhang steht. Dies ganze Gebiet der Schleife entspricht der Ausbreitung der Arteria mesenterica sup. Der von der Flexura coli lienalis von der Mittellinie beinahe gerade absteigende Endtheil des Darmes besitzt bis gegen den Beckeneingang hin ein kurzes Mesenterium, das mit dem Mesenterium der Darmschleife zusammenhängt und zusammenhängend bleibt.

Die geschilderten Verhältnisse ändern sich in mehrfacher Beziehung schon in der ersten Hälfte des dritten Monats. Die auffallendsten Verän-

[1] His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* Leipzig 1885. Bd. III. S. 21. Anm. 1.

Digitized by Google

derungen treten am absteigenden Schenkel der Darmschleife ein, welcher zusammen mit dem Scheitel der Schleife dem Jejunoileum entspricht.

Dieser Theil der Schleife legt sich nämlich in dem genannten Zeitraume in eine Anzahl von Windungen, während der aufsteigende, dem Dickdarm entsprechende Schenkel noch ganz gerade gestreckt bleibt und sich nur wenig verlängert. Dabei bleibt, was besonders hervorzuheben, der Scheitel der Schleife jetzt immer noch in der Aushöhlung des Nabelstranges liegen, trotzdem sogar die beiden Arme der Mitteldarmschlinge in dieser Zeit noch eine Lageveränderung gegen einander erfahren. Dieselbe besteht darin, dass die beiden Schleifenschenkel, welche vorher nahezu neben einander lagen, jetzt derartig gegen einander verrückt werden, dass der aufsteigende oberhalb des absteigenden zu liegen kommt, so dass sie am Ende dieses Stadiums schräg über einander liegen, der aufsteigende links oben, der absteigende mit seinen Schlingen rechts unten. Toldt schreibt diese Lageveränderung hauptsächlich dem Beginne der Ausbildung der Dünndarmschlingen und dem Wachsthum derselben zu. In den Mesenterialverhältnissen der Dick- und Dünndarmanlage sind dabei noch keine bemerkenswerthen Modificationen zu verzeichnen. Das Mesenterium commune derselben ist hinten und vorn noch vollkommen frei.

In letzterer Beziehung treten auch im Verlaufe der zweiten Hälfte des dritten Monats keinerlei Aenderungen ein. Wohl aber gehen solche in sehr bemerkenswerther Weise am Darme selbst vor sich. Zunächst verschwindet der natürliche Nabelbruch. Im Innern des Nabelstranges befindet sich mithin kein Darmtheil mehr, vielmehr ist die ganze Mitteldarmschleife mit dem stark vergrösserten Convolut der Dünndarmschlingen jetzt vollständig im Innern der Bauchhöhle gelagert. Jejunum und Ileum lassen sich bereits unterscheiden. Ersteres ist rückwärts und unten gelagert, letzteres oben und mehr vorn. Wie am Dünndarmtheil der Schleife, dessen Schlingen sich vermehrt und vergrössert haben, sind auch am Dickdarm wesentliche Fortschritte zu verzeichnen. Derselbe lässt schon jetzt dadurch, dass der aus dem kleinen Becken aufsteigende Theil, bevor er sich der Medianebene wieder zuwendet, zunächst noch eine Ausbiegung nach der linken Hüftgrube macht, die drei Abtheilungen: Rectum, S. Romanum und Colon deutlich erkennen.

Der in der Medianebene angeheftete, auf die Flexura sigmoidea folgende Theil desselben, welcher als Colon descendens angesprochen werden muss, ist weiter nach links gerückt und demgemäss der zu ihm gehörige Theil des Mesocolons, vermittelst dessen er an der hinteren Bauchwand in der Mittellinie befestigt ist, entsprechend verlängert.

In der ersten Hälfte des vierten Monats sind zunächst wieder beträchtliche Grössenzunahmen aller Darmtheile, besonders des Dünndarms mit

Digitized by Google

seinen Schlingen zu constatiren. Das Anfangsstück des Jejunums ist nach vorn und abwärts gewendet, der übrige Theil desselben nimmt den ganzen nach links und oben gelegenen Theil des Dünndarmconvolutes ein, während das Ileum nach rechts und abwärts in demselben Platz nimmt.

Bezüglich des Dickdarmes sind folgende Punkte hervorzuheben: Das Colon descendens ist bis an den lateralen Rand der linken Niere herangerückt, der obere Theil des Colons, von dem Col. desc. durch die Flexura Coli lienalis geschieden, läuft in schräg absteigender Richtung über die Mittellinie hinweg nach rechts. „Er gelangt, indem er das Mittelstück des Duodenums an dessen vorderem Umfang schräg überkreuzt, noch weiter nach abwärts und rechts, bis unter den unteren Theil der rechten Niere, woselbst das Coecum mit dem wurmförmigen Anhang gelegen ist."

Es ist also jetzt die sogenannte normale Axendrehung des Colon vollendet. An der Stelle, wo das letztere die Pars descendens duodeni überkreuzt, ist es, sowie der zugehörige Theil des Mesenterium commune ganz locker der Vorderfläche des genannten Darmtheiles adhärent.

Sonst ist aber das gemeinsame Mesenterium nach wie vor hinten und vorn frei beweglich.

Gerade letzteres Verhalten aber ändert sich bereits in der zweiten Hälfte des vierten Monates. Das gemeinschaftliche Mesenterium von Dick- und Dünndarm ist jetzt unlösbar mit der Vorderfläche des Duodenums verlöthet. Dasselbe ist der Fall mit dem zugehörigen Theile des Colons, welcher von Toldt als Uebergangsstelle des Col. transv. in das Col. asc. bezeichnet wird. Letzteres ist noch nicht scharf vom Col. transv. abzugrenzen und hält noch keine senkrechte Richtung ein, sondern es strebt in mehr geneigter Lage dem unteren Rande des rechten Leberlappens zu. Bezüglich des gemeinschaftlichen Mesenteriums am Dick- und Dünndarm führen wir noch folgende Bemerkung Toldt's wörtlich an: „In Betreff des Gekröses des vorderen Dickdarmabschnittes und namentlich des Mesocolon transv. ist zu betonen, dass es nicht aufgehört hat, ein Theil der gemeinschaftlichen Gekrösplatte zu sein; doch hat es insofern eine gewisse Selbstständigkeit erlangt, als durch seine theilweise Anklebung an die vordere Fläche des Duodenums und durch seine Verschmelzung mit der hinteren Netzbeutelplatte . . . der frei gebliebene Theil andere Haftpunkte gewonnen hat."

Im fünften und sechsten Monate endlich stellen sich allmählich die endgültigen Lagerungsverhältnisse des Darmes und der Peritonealgebilde

Digitized by Google

Ergebnisse seiner Forschungen von den meisten seiner Vorgänger, dadurch zu Stande, dass, während die verschiedenen Abschnitte des Colons in die Länge wachsen und ihre richtige Lagerung in der Bauchhöhle einnehmen, zugehörige Theile des Mesenterium commune an ihrer Hinterfläche mit dem parietalen Theile des Peritoneums an der hinteren Bauchwand verlöthen. So verwächst der das in der rechten Seite der Bauchhöhle gelegene Coecum und Colon ascend. tragende Theil des Mesenterium commune rechts mit der hinteren Bauchwand in breiter Fläche, welche nach links durch eine schräg von der Wirbelsäule aus nach rechts und abwärts gegen die Hüftgrube ziehende Linie begrenzt wird, welche nun den bekannten normalen Ansatz des Mesenteriums des Dünndarms, das frei beweglich bleibt, bildet. Dasselbe geschieht links vollständig von der Wirbelsäule an bis in die Höhe des lateralen Randes der linken Niere mit dem Peritonealbande des Col. desc. Dagegen behält die Flexura sigmoidea ein langes freies Mesocolon.

Betrachten wir nun an der Hand dieser Darstellung der von Toldt gewonnenen Resultate den Befund, wie er sich an dem von uns untersuchten Kinde darbietet. Da finden wir zunächst, dass alle oberhalb des Mesocolons gelegenen Theile: Magen, Netz, Mesogastrium mit Pankreas, Leber, Milz, Nieren, abgesehen von der in Folge der Atresie des Duodenums eingetretenen starken Dilatation des Magens, keinerlei Abweichungen von der Norm zeigen. Eine solche aber, wenn auch ohne einschneidendere Bedeutung für den Gesammtbefund, tritt schon am Duodenum auf, bestehend in der Verlöthung der Pars obl. asc. mit der Pars descend. Wir sagten, dass dieselbe ohne besondere Bedeutung sei, weil im Uebrigen das Duodenum eine vollständige Ausbildung seiner drei Theile aufweist. Auf die naturgemässe Entwickelung desselben hat also die an seinem Ende eingetretene Atresie keinen störenden Einfluss ausgeübt, ausser dass dadurch die secundäre abnorme Erweiterung des genannten Darmtheiles bedingt worden ist. Auffallendere Anomalien finden wir gegenüber den Toldt'schen Ergebnissen vielmehr nur an den aus der Darmschleife entstandenen Abschnitten des Intestinaltractes.

Nehmen wir zunächst die geringfügigeren, hierher gehörigen Abnormitäten vorweg, so ist dahin zu rechnen die Lage des Colon descend., welches nicht, wie es am ausgetragenen Kinde nach Toldt der Fall sein sollte, am lateralen Rande der linken Niere entlang zieht, sondern ein ganzes Stück mehr nach rechts gelegen (am Innenrande der Niere), also an einer Stelle stehen geblieben ist, wo es sich etwa in der zweiten Hälfte des dritten Foetalmonates befinden sollte. Um nun gleich beim Dickdarm zu bleiben, so erkennen wir, dass der oberhalb der Flexura coli lienalis gelegene Theil desselben schon sehr auffallende Modificationen gegenüber dem

Digitized by Google

normalen Verhalten desselben sehen lässt. Das Colon ascendens läuft nicht, wie es sein sollte, in der rechten Seite der Bauchhöhle senkrecht nach aufwärts, sondern der ihm entsprechende Theil des Colons zieht in einer schräg nach rechts geneigten Linie an dem Rande der Pars descendens und an der vorderen Fläche der Pars obl. asc. vorüber; dasselbe endet in Coecum am unteren Rande der Pars obl. asc., eine Situation, welche ungefähr derjenigen dieser Theile des Colons entspricht, die sie in der ersten Hälfte des vierten Monats, wo die normale Axendrehung des Colons beendet ist, einnehmen. Es ist also auch der zum Colon ascend. und Coecum gehörige Antheil des Mesenterium commune, wie es zur Zeit der Geburt des Kindes längst der Fall sein sollte, nicht mit der rechten hinteren Bauchhöhlenwand verlöthet, sondern wie das Col. ascend. selbst mit der Vorderfläche des Duodenums. Dies ist eine Modification, die wohl durch die früh eingetretene beträchtliche Ausdehnung des Duodenums, das so das Colon am Absteigen verhinderte, zugleich aber auch sich der Hinterfläche des Mesenterialantheils desselben gewissermaassen zur Anlöthung unterschob, leicht erklärt wird. Jedenfalls ist der Zustand ein Hinweis darauf, dass die Ausdehnung des Duodenums, also auch die Abtrennung desselben vom Jejunum, sehr früh aufgetreten sein muss.

Die stärksten Abnormitäten aber zeigt der Dünndarm nebst seinem Mesenterium. An diesem Darm- und Peritonealabschnitt liegt eine Gestaltung vor, die sich auf den ersten Blick mit keinem der von Toldt angegebenen Stadien der Entwickelung des Darmcanales in Einklang bringen lässt.

Der vorhandene, in zahlreiche Schlingen gelegte Theil des Dünndarms ist am rechten und unteren Rande einer frei schwebenden Mesenterialplatte befestigt, welche nur mit einer schmalen Wurzel mit dem am Duodenum angelötheten Mesocolon zusammenhängt und in dieser Wurzel das blinde Ende der Pars obl. asc. duod. eingeschlossen hält. Der Dünndarm selbst, welcher regelrecht in das am Duodenum hängende Coecum einmündet, läuft am Ende der Platte in einen fadenförmigen, 3 cm langen Strang aus, der sich von dem übrigen Dünndarm ganz plötzlich absetzt und an dem das Mesenterium noch eine Strecke weit, in einem Bogen umlenkend, entlang zieht. Der Dünndarm ist also vom Duodenum gänzlich losgelöst und zwar hat die Trennung, wie sich aus der vollständigen Entwickelung des Zwölffingerdarmes in seine drei Theile ergiebt, an der Stelle der Flexura duodeno-jejunalis stattgefunden. Der fadenförmige Strang ist offenbar als ein degenerirtes atrophisches Darmstück aufzufassen.

Wie ist nun dieser ganze Sachverhalt zu erklären? Ist eine Erklärung mit Hülfe der von Toldt erzielten entwickelungsgeschichtlichen Resultate möglich? Wir haben verschiedene Anhaltspunkte, welche den Ver-

Digitized by Google

such einer solchen Erklärung nicht aussichtslos erscheinen lassen. Einen derartigen Stützpunkt finden wir vor Allem in der Configuration des Dickdarms. Da die Lagerungsverhältnisse desselben, wie erwähnt, denen im Beginn des vierten Monates entsprechen, so ist ersichtlich, dass die Störungen, welche die gesammten von uns vorgefundenen Veränderungen am Intestinaltract bedingt haben, ihre Wirkung bereits vor dieser Zeit entfaltet haben müssen, dass also die endgültige Ausbildung der gesammten von uns geschilderten Darm- und Mesenterialanomalien spätestens am Ende des dritten und dem Anfang des vierten Monates zu Stande gekommen ist.

Aber wir können Gründe beibringen, denen zufolge die Herstellung der beschriebenen Zustände mit grösster Wahrscheinlichkeit in eine noch weit frühere Zeit zurückzuverlegen ist.

Zur Illustration unserer Auffassung diene die Betrachtung der Abbildung eines Falles von Mesenterium commune, die Gruber in Virchow's *Archiv*, Bd. XLVII. S. 382 (Abhandlung eines Falles von Mesenterium commune für das Jejunoileum und Colon ascend. bei Vorkommen einer Hernia diaphragm. congen. spuria sin. mit Besonderheiten) veröffentlicht hat.

Für unseren Zweck genügt es, uns mit der von Gruber seiner Schilderung beigegebenen Abbildung (Taf. XIV, Fig. 2) zu beschäftigen. Doch führen wir zur Orientirung an, dass es sich um ein Vorkommniss von Hernia diaphragmatica handelte, bei dem Gruber die in die Brusthöhle übergewanderten Baucheingeweide wieder herausholte, sie in ihre naturgemässe Lage zurückbrachte und dabei ein Mesenterium commune zwischen Jejunoileum und Colon ascend. entdeckte. Letzteres ist mit den zugehörigen Darmtheilen auf der genannten Abbildung dargestellt. Es wird hier der dem Jejunoileum zugehörige Theil dieses Mesent. commune vom Dünndarm am ganzen linken Rande, am unteren Ende und noch ein Stück am rechten Rande umrahmt. Vergleichen wir damit den von uns constatirten Befund von unvollkommenem Mesenterium commune, so springt sofort in's Auge, dass der in letzterem vorhandene, gut ausgebildete Dünndarmabschnitt, der in's Coecum einmündet, an Masse kaum die Hälfte des bei Gruber gezeichneten Dünndarmconvolutes repräsentirt, und zwar entspricht er den am rechten und unteren Rande der Mesenterialplatte bei Gruber sich hinziehenden Darmschlingen, während die zahlreichen Schlingen, welche in jener Abbildung an der linken Seite der Mesenterialplatte ansetzen, bei unserem Object fehlen; an ihrer Stelle besitzt das Mesenterium den 10 cm langen freien Rand und den dünnen Darmfaden.

Wenn wir von dem herabgerückten Coecum absehen, entspricht das Gruber'sche Bild etwa den Verhältnissen des Mesenteriums aus dem Anfang des vierten Monats. Hätte in unserem Falle die Unterbrechung der Flexura duodeno-jejunalis erst in diesem Stadium

Digitized by Google

oder sogar im Monat vorher stattgefunden, so müssten wir auch auf der linken Seite der freien Mesenterialplatte wie in dem Gruber'schen Bilde und nach der Toldt'schen Darstellung in dem betreffenden Embryonalstadium Schlingen des Jejunums finden und diese nur am oberen Ende des linken Randes in grösserer und geringerer Entfernung von der Wurzel blind endigen sehen. Statt dessen finden wir den ganzen linken Rand der Mesenterialplatte frei und nur vorn am obersten Ende von dem 3 cm langen, hakenförmig nach oben umbiegenden Darmfaden gesäumt. Wie ist das zu erklären? Wie uns scheint, kaum anders, als dass der absteigende Schenkel der Darmschleife vielleicht bis zur Bauchwand hin zu einer Zeit, wo derselbe noch gerade, nicht in Schlingen gelegt war, also bis zum Ende des zweiten Monats, eine Störung erlitten hat, die sein weiteres Wachsthum behinderte und die vielleicht direct, vielleicht, wie unten näher auszuführen, erst secundär zur Abtrennung des Anfangs dieses Schenkels vom Duodenum führte.

Nur mit dieser Annahme scheint es uns vereinbar, dass die Mesenterialplatte einen 10 cm langen, freien linken Rand besitzt, während an dem entgegengesetzten Rande beinahe alle ausgebildeten Darmschlingen Ansatz gefunden haben.

Der Vorgang wäre dann folgendermaassen zu denken. Im zweiten Monat hat der absteigende Schenkel der Darmschleife etwa von seiner Wurzel bis zur Bauchwand oder bis nahe an dieselbe eine Ernährungsstörung erlitten, vermöge deren er nur noch ganz unbedeutend in Länge und Dicke zu wachsen im Stande war. Zu gleicher Zeit oder bald nachher wurde der Anfang desselben an der Flexura duodeno-jejunalis bis auf das Mesenterium durchtrennt. Nun beginnt am Anfang des dritten Monates das colossal rasche Wachsthum des noch entwickelungsfähigen Dünndarm- und des Colontheiles der Darmschleife. Wie rasch dieses Wachsthum vor sich geht, ergiebt sich aus der Toldt'schen Schilderung, wonach der in der sechsten Woche noch ganz gestreckte Dünndarmtheil der Darmschleife 14 Tage bis drei Wochen später schon in viele Schlingen gelegt ist.

Mit dem Wachsthum dieser Darmtheile wächst auch die Mesenterialplatte, welche sie umranden, in die Länge. Da aber nach unserer Annahme der grössere Theil des absteigenden Schenkels nicht mitwächst, so muss sich die Entfernung seines oberen blinden Endes von der Wurzel des Mesenteriums immer mehr vergrössern und so die Durchbruchsstelle zu einem immer längeren freien Mesenterialrande ausdehnen. Sehr bestärkt wird man in dieser Anschauung durch die Maassverhältnisse des entwickelten Dünndarmtheiles. Derselbe, der durchaus keine Zeichen irgend welcher

Digitized by Google

allgemeinen Atrophie darbietet, hat eine Länge, die kaum die Hälfte der normalen Dünndarmlänge eines Neugeborenen beträgt.

Der fehlende Theil ist also nicht zur Entwickelung gekommen. Wir gehen wohl nicht irre, wenn wir annehmen, dass er nicht ganz fehlt, sondern durch den Darmfaden, der seit dem zweiten Monate in seiner Entwickelung stehen geblieben ist, repräsentirt wird. Es stimmt auch damit überein, dass die Arteria mesent. sup. in der Mesenterialplatte nur Zweige nach unten und rechts hin abgiebt, während die linken Zweige, Arteriae jejunales, sammt dem zugehörigen Darmtheil unentwickelt geblieben sind.

Als bemerkenswerth wollen wir aber hervorheben, dass trotz des Ausfalles eines Dünndarmabschnittes, der mehr als dem ganzen Jejunum entspricht, der Dickdarmschenkel der Darmschleife doch seine normale Axendrehung ausgeführt hat; es spricht dies einigermaassen gegen die Anschauung von Toldt, dass eines der mitbestimmenden Momente für diese Drehung die wachsende Masse des Dünndarmconvolutes sei.

Als nebensächliche Abweichung von der Norm wäre noch zu notiren, dass die untere Hälfte des absteigenden Theiles des Duodenums und der wieder aufsteigende Theil nicht an die Wirbelsäule angeheftet sind. Nach His wäre dies, wie oben erwähnt, ein Stehenbleiben auf einer früheren Entwickelungsstufe (am Ende des zweiten Monats). Es wird die Annahme wohl kaum einem Widerspruch begegnen, dass dieses Stehenbleiben durch die frühzeitige stärkere Füllung des Duodenums nach Abtrennung vom Jejunum veranlasst ist.

Endlich wäre noch die Frage zu erledigen, die eben schon berührt worden ist: Was ist als das Primaere anzusehen? 1. Die Durchtrennung der Flexura duodeno-jejunalis oder die Ernährungsstörung mit nachfolgender Atrophie des absteigenden Schenkels der Darmschleife? Wir neigen zu letzterer Annahme. Wenn der absteigende Schenkel der Darmschleife von einer Ernährungsstörung betroffen war, welche sein weiteres Wachsthum verhinderte, so musste bei fortschreitendem Wachsthum des übrigen Theiles der Darmschleife und ihres Mesenteriums der atrophische, dem Wachsthum nicht folgende absteigende Schenkel gespannt werden und es scheint mechanisch nicht unwahrscheinlich, dass eine Durchtrennung desselben gerade an der Stelle erfolgte, wo derselbe mit einer Biegung (Flexura duodeno-jejunalis) in einen stärkeren und breiter befestigten Darmtheil überging. Freilich ist die Möglichkeit ebenso wenig auszuschliessen, dass die Ernährungsstörung, welche den absteigenden Schenkel der Darmschleife etwa bis zur Bauchwand hin betraf, gerade an der Flexura duodeno-jejunalis so viel stärker wirkte, dass hier gleichzeitig eine Durchtrennung des Darmrohres stattfand. Welcher Art nun freilich diese supponirte Ernährungsstörung gewesen sein mag, darüber lässt sich für unseren Fall nichs das Geringste

Digitized by Google

aussagen. Unter den in der Literatur gesammelten Fällen findet sich eine ganze Reihe, bei denen die Art der Störung, welche dann aber regelmässig in viel späteren Embryonalstadien stattfand, als bei unserem Object anzunehmen ist, deutlich erkennbar war. Als Ursachen von Atresien und Durchtrennungen des Darmrohres sind nachgewiesen: 1) geschwürige Processe am Darm selbst, 2. Blutungen, 3. Axendrehungen von Peritonealligamenten, die durch Druck auf die Gefässe oder auf Darmtheile selbst Atrophien herbeiführten, 4. entzündliche Processe am Peritoneum mit Bildung von Adhaesionen und Pseudomembranen, welche mechanisch in ähnlicher Weise, wie die Axendrehung wirkten, 5. Zug am Darm, bewirkt durch abnormes Bestehenbleiben des Ductus omphalomesent. (Ahlfeld) und Adhaesionen der im normalen Nabelbruch enthaltenen Darmschlingen, 6. Geschwulstbildungen der Umgebung, welche Druckatrophie herbeiführten.

Es sei zugleich hervorgehoben, dass es nur eine kleine Minderheit der in der Literatur gesammelten Fälle ist, bei denen derartige ursächliche Verhältnisse nachweisbar waren. Bei dem bei weitem grössten Theile blieb die Aetiologie der Darmatresien, bez. Darmdurchtrennungen dunkel.

In unserem Falle bot das Aussehen des Peritoneums nichts abnormes dar. Der Termin der Störung ist soweit zurückzulegen, dass wir uns nicht wundern dürfen, wenn wir keine Spuren, die über die Natur derselben Aufklärung geben könnten, mehr finden. Eine Untersuchung des blinden Darmfadens musste freilich mit Rücksicht auf die Integrität des Praeparates unterbleiben.

Vielleicht ist es aber doch von einigem Werth, auf eine allgemeinere Thatsache hinzuweisen, der sich möglicherweise unser Fall subsumirt. Mein Bruder, der Prosector Professor G. Born, hat seit Jahren zahlreiche Abortiveier aus den ersten beiden Monaten gesammelt und ist dabei durch das Entgegenkommen vieler Aerzte der Stadt und der Provinz in ausgiebiger Weise unterstützt worden. Es hat sich dabei herausgestellt, dass nur in einer kleinen Minorität, vielleicht kaum in einem Achtel der zur Untersuchung gekommenen Abortiveier aus den ersten beiden Monaten normale Embryonen (die macerirten natürlich den normalen zugerechnet) enthalten waren. Viele Eier, welche geschlossen in seine Hände kamen, enthielten Nichts oder nur Spuren eines Embryo, die meisten einen irgendwie abnorm gebildeten. Es traten also viel häufiger, als man allgemein glaubt, in der ersten Zeit der Entwickelung Vorbildungen des Keimes auf, die zum Ab-

Digitized by Google

in unserem Falle mitunter auch in den ersten Monaten eine weniger ausgebreitete Störung finden, welche die Weiterentwickelung des Embryo nicht in Frage stellt, wohl aber zu gewissen teratologischen Ergebnissen führen muss.

Den Werth unseres Falles sehen wir also nicht darin, dass er über aetiologische Verhältnisse bei der Darmatresie und Darmdurchtrennung Aufschluss zu geben vermöchte, sondern vielmehr darin, dass wir im Stande zu sein glauben, aus der Untersuchung desselben bestimmte Angaben über die daraus resultirenden, weiteren entwickelungsgeschichtlichen Vorgänge, die zu den beschriebenen, wie es scheint, ziemlich vereinzelt dastehenden Verhältnisse führten, zu geben.

Zum Schlusse bleibt nur noch übrig, meinem Bruder Prosector und Professor Dr. G. Born für die Unterstützung, die er mir bei der Bearbeitung meines Themas zu Theil werden liess, meinen besten Dank auszusprechen.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIV.)

Die Zeichnung ist nach dem Spirituspraeparate gemacht. Magen und Darmcanal waren geöffnet und entleert. Ihre zusammengefallenen Wände wurden auf einandergelegt, flach ausgebreitet und mittels Stecknadeln auf einer zweckmässigen Unterlage befestigt. Ebenso wurde die Wurzel des Mesenteriums, um ihre topographischen Verhältnisse deutlicher zu machen, mittels Nadeln gespannt und von den unterliegenden Theilen abgehoben. Bei diesen Manipulationen, welche für die Klarlegung der etwas schwierigen Peritonealerklärungen unumgänglich waren, stellten sich in unwesentlichen Bedingungen andere Lagebeziehungen her als die im Text beschriebenen, z. B. überragt in der Zeichnung die Pars obl. asc. des Duodenums die Pars desc. nach rechts hin und was dergleichen mehr ist. Die Anheftung des grossen Netzes am Colon transv. war durchschnitten um den Magen nach oben zu schlagen. Das grosse Netz ist nicht mitgezeichnet.

H. = Leber.
V. = Magen.
D. s. = Pars horizont. sup. Duodeni.
D. d. = Pars descendens Duodeni.
D. o. a. = Pars obl. ascend. Duodeni.
D. o. a.[1] = Blindsack desselben.
C. T. = Colon transversum.
C. a. = Colon ascend.
C. C. = Colon coecum.
P. v. = Processus vermiformis.
I. = Ileum.
I'. = Endschlinge desselben, die in das Colon einmündet.
Df. = Darmfaden,
M. C. t. = Mesocolon transversum.
M. = Mesenterium.
R. M. = Radix Mesenterii.

Digitized by Google

Beiträge zur Topographie des Darmes.

Von

Dr. P. Schiefferdecker,
Prosector in Göttingen.

(Hierzu Taf. XV.)

Im Jahrgange 1886 *dieses Archivs* habe ich unter gleichem Titel eine Anzahl von anomalen Lagerungsarten verschiedener Darmtheile beschrieben. Zufällig kamen mir im Herbst 1886, gerade als jene Arbeit erschienen war, ein paar Fälle zu Gesicht, welche ich hier als Nachtrag zu jener Arbeit mittheilen möchte. Der Hauptfall war der folgende (siehe Taf. XV). Bei einer männlichen Leiche, Todesursache Lungentuberkulose, fand sich eine abnorme Lage des Duodenum und ein Mesenterium commune für die Pars inf. duodeni, Jejunum, Ileum, Coecum, Colon ascendens und transversum, dabei ein sehr kleines Pancreas und Nebenmilzen.

Das Duodenum begann, wie das auch auf der Abbildung, auf welcher der Magen fortgelassen ist, zu sehen ist, in der Höhe des unteren Endes des XII. Brustwirbels bez. der nächst tieferen Synchondrose, ging dann nach rechts neben die Wirbelsäule, bog hier mit einer nach rechts sehenden Convexität kurz nach der Wirbelsäule zurück, lief vor der Synchondrose zwischen I. und II. Bauchwirbel leicht aufsteigend nach links bis zur Seite der Wirbelsäule, machte dann eine steile Biegung nach unten, zog den Wirbelkörpern dicht anliegend vor dem Psoas nach unten bis etwa zur Mitte des III. Bauchwirbels, bog hier steil aufwärts um, legte sich aufsteigend medianwärts an und etwas vor den absteigenden Schenkel, bog dann wieder ziemlich steil nach rechts um, zog theilweise von der ersten queren Partie bedeckt wieder quer vor der Wirbelsäule nach rechts hinüber, dann in gleichem Bogen wie jene erste Schlinge aufwärts neben der Wirbelsäule bis zur Synchondrose zwischen dem XII. Brustwirbel und

Digitized by Google

I. Bauchwirbel, bog hier ganz steil nach hinten medianwärts und unten um und stieg dann leicht S förmig gekrümmt neben der Wirbelsäule herab bis etwa zur Mitte des III. Bauchwirbels, vor welchem dann der Dünndarm mit seinem Mesenterium begann. Mit Ausnahme des ersten Anfanges, des untersten Endes vor dem III. Bauchwirbel und des untersten Theiles der links herabsteigenden Schlinge war der Darm fest an die Bauchwand geheftet, die genannten Theile zeigten ein kurzes Mesenterium. Das Duodenum war, wie auch aus der Abbildung zu ersehen ist, relativ sehr schmal. An den queren Theil der oberen Schlinge setzte sich in der Ausdehnung des schwarzen Striches ein Band an, welches einerseits mit einem Theile der Gallenblase, andererseits mit dem Pylorustheile des Magens in Verbindung stand und so das Pancreas von vorn her deckte. Wäre die obere Schlinge des Duodenum nicht fest mit der Bauchwand verbunden gewesen, so hätte man sagen können, sie wäre an diesem nach oben sich verbreiternden Bande an der Leber und dem Magen aufgehängt gewesen.

Das untere Ende des Duodenum ging, indem das Mesenterium sich rasch verlängerte, ohne Grenze in das Jejunum über. Der weitere Darm lag, wie das bei einem Mesenterium commune den vorhandenen Beschreibungen nach zu sein pflegt und wie man es sich ja auch *a priori* ableiten kann, in wirrem Durcheinander in der Bauchhöhle. Der Dünndarm lag im kleinen Becken, der rechten Fossa iliaca und von da weiter der rechten Seite der Bauchwand an, das Coecum ziemlich oberflächlich etwa in der Mitte dicht über dem kleinen Becken; das Colon ascendens und transversum zogen in vielfachen Windungen bis zur Gegend der Milz, wo von der Stelle des Lig. phrenicocolicum an, welcher dem Colon den ersten Halt gab, das Colon descendens regelmässig herabstieg. Die Flexura sigmoidea war recht gross und stieg, nachdem sie tief in's kleine Becken herabgehängt hatte, wieder an die mediale Wand des Colon descendens geheftet, bis zur Crista iliaca in die Höhe, um von hier aus nach der Wirbelsäule schräg hinziehend in das Rectum überzugehen. Ein kleiner Recessus intersigmoideus war vorhanden.

Schlug man den Dünn-Dickdarm mit dem Mesenterium commune nach rechts hinüber, so zeigte sich, dass das Mesenterium, auch das des Dickdarmes, sehr lang war und dass die Anheftungslinie an der Bauchwand wie die punktirte Linie in der Figur von der Mitte des dritten Bauchwir-

Digitized by Google

die frühere Literatur findet. Der vorliegende Fall würde der Gruppe 5 von Gruber entsprechen. Auch Toldt (5) bespricht diese Bildungshemmung.

His (6. III. S. 21) beschreibt einen sehr ähnlichen Fall von einem 12jährigen Knaben. His nimmt nach seinen Untersuchungen an Embryonen an, dass der Mesenterialdarm im Anfange des zweiten Monats vom unteren Ende der Pars descendens duodeni ab bis zur späteren Flexura coli sin. reicht, also ausser Jejunum und Ileum einerseits noch die Pars inf. duodeni, andererseits das Colon ascendens und transversum mit umfasst. Er hebt hervor, dass er sich mit dieser Annahme im Widerspruch zu Toldt befindet, der den Anfang der Mesenterialdarmschleife in die spätere Flexura duodeno-jejunalis verlegt, während His dieselbe an dem unteren Ende der Pars descendens duodeni beginnen lässt. Er fährt fort: „Zu meiner Auffassung bestimmt mich einestheils die directe Beobachtung des embryonalen Darmes, denn diese ergiebt, dass bei den Embryonen der fünften bis sechsten Woche die Schleife in der rechten Körperhälfte fast senkrecht unterhalb der Einmündungsstelle des Pancreas ihren Anfang nimmt. Anderntheils aber stütze ich mich auf den Befund an einer Leiche, bei welcher schon die Pars inf. duodeni mit einem Gekröse ausgestattet gewesen ist. Die von einem 12jährigen Knaben stammende Leiche, an welcher die primären Gekrösverhältnisse grossentheils sich erhalten haben, hat nämlich folgenden Befund gezeigt: Die Pars descendens duodeni ist in gewöhnlicher Weise der hinteren Bauchwand angeheftet, dann aber geht sie rechts vom dritten Lendenwirbel und medialwärts vom unteren Ende der rechten Niere in ein freies, mit Gekröse versehenes Darmstück über; das ohne weitere Grenzen in das Jejunum sich fortsetzt. Die Strecke der Wirbelsäule (bez. der grossen Gefässstämme), die sonst von der Pars inf. duod. überschritten wird, ist vom Bauchfell glatt überzogen und ebenso bildet dieses einen ununterbrochenen Ueberzug vor der gesammten unterhalb der rechten Niere liegenden Bauchwand."

In der That steht der Befund von His an Embryonen den Angaben von Toldt ganz unvermittelt gegenüber. Der Letztere beschreibt (S. 8) bei einem 6 wöchentlichen Embryo ausdrücklich die Lage des Duodenums so, dass dasselbe sich mit einem ziemlich kurzen unteren Schenkel nach links und rückwärts wendet, so dass letzterer so gerade hinter die grosse Magencurve zu liegen kommt. „In der Mittellinie des Leibes übergeht er dann mit einer scharfen, nach vorn und abwärts offenen Knickung, der späteren Flexura duodeno-jejunalis, in den nächsten Abschnitt des Darmes (die Nabelschleife)." Das Magengekröse erreicht erst an der Flexura duodeno-jejunalis sein Ende, dort, wo diese der Wirbelsäule unmittelbar anliegt. „Es fällt somit das untere Ende des Magengekröses ganz nahe zu-

Digitized by Google

sammen mit der Wurzel des Gekröses der Nabelschleife“ (S. 9). Wenn von zwei guten Beobachtern so bestimmte Angaben gemacht werden, ist es kaum anzunehmen, dass ein Irrthum auf einer Seite vorliegt und die Wahrscheinlichkeit sehr gross, dass die Beobachtungen richtig sind, und dass das Beobachtete verschieden gewesen ist. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass bei Embryonen der sechsten Woche das Duodenum theilweise bis zum unteren Ende der Pars descendens, theilweise bis zur Mittellinie des Körpers gehen wird; das Stück Weges, um welches es sich hier handelt, ist ja ohnedies sehr kurz. Der ja im Ganzen doch äusserst constante Befund beim Erwachsenen, dass die Pars inf. duodeni mehr oder weniger transversal aufsteigend vor der Wirbelsäule oder an der linken Seite derselben in die Flexura duod.-jejun. übergeht, scheint mir entschieden dafür zu sprechen, dass der Befund Toldt's der allgemeinere sein wird und dass also die Stelle der Flexura duodeno-jejunalis sehr früh fixirt werden wird. Der von His citirte Fall bei einem 12jährigen Knaben zeigt nur, dass, wie am ganzen übrigen Darme, so auch hier beim Duodenum einmal die Verklebung unterbleiben kann, und dass dann ein Theil des Duodenums, in dem gegebenen Falle die Pars inf. duod., nicht an die Bauchwand fixirt ist und ohne Grenze in das Jejunum übergeht. Dasselbe findet in dem von mir hier mitgetheilten Falle statt. Dass dem in der That so ist, dafür scheinen mir nun auch noch zwei weitere Fälle zu sprechen, die ich in diesem Winter beobachtete. In beiden war der ganze Darm normal, nur das Duodenum zeigte ein mehr oder weniger weit gehendes Mesenterium. In dem einen Falle ging dieses Mesenterium, allmählich an Länge abnehmend (die grösste Länge betrug etwa 3 cm), die Pars inf. entlang bis etwa zur Umbiegung in die Pars descendens. Dabei stieg aber die Pars inf. doch wie gewöhnlich auf und ging an der linken Seite der Wirbelsäule in das Jejunum über. Ein Recessus war nicht vorhanden. In dem zweiten Falle besass die Pars inf. duodeni ein Mesenterium von ungefähr 5 cm Länge am Ende, welches, sich nur wenig verkürzend, nach der Pars descendens hinzog, auf diese überging (in der Länge von 3—4 cm) und bis zur Pars sup. sich hinzog. Auch in diesem Falle hatte das Duodenum im Ganzen seine normale Lage, war aber natürlich in weiteren Grenzen verschiebbar. Diese Fälle beim Erwachsenen scheinen mir dafür zu sprechen, dass das Duodenum in der That das Bestreben hat, die gewöhnliche Lage einzunehmen, dass hierbei aber die Verklebung des Gekröses verschieden weit gehen kann. Wenn nun aber trotz mangelhafter Verklebung doch das Duodenum dabei im Ganzen seine Lage behält, so geht daraus hervor, dass diese Lage

Digitized by Google

ja, wie bekannt, nur der makroskopischen Anatomie an und ist nur durch die Lage begründet. Mikroskopisch giebt es keinen Unterschied. Nur die oberste Partie macht da eine Ausnahme, insofern sie die Brunner'schen Drüsen enthält, welche ja sehr wahrscheinlich eine mit den Pylorusdrüsen zusammengehörige Drüsengruppe darstellen, die eben an dem Uebergange vom Magen zum Dünndarme gelegen ist. Dann folgt die Einmündungsstelle der grossen Darmdrüsen, Leber und Pancreas, welche aber im Bau des Darmes selbst keine Veränderungen bewirken, und so ist mikroskopisch der Bau vom Aufhören der Brunner'schen Drüsen an ein einheitlicher mit leichten Modificationen der Oberflächengestaltung und der Lagerung der Lymphfollikel bis zum Dickdarme hin. Würde das Duodenum sein freies Gekröse behalten und nicht die Neigung zum Aufsteigen der Pars inf. vorhanden sein, so würden wir sicher nicht ein Duodenum vom Jejunum trennen.

Sollte die Annahme von His richtig sein, dass constant die Nabelschleife oder der Mesenterialdarm von der Pars descendens duodeni an begönne, so würde es kaum zu verstehen sein, wie es kommt, dass die Pars inf. beim Erwachsenen gewöhnlich dicht an die hintere Bauchwand geheftet aufsteigt, und der als Duodenum zu bezeichnende Darmabschnitt beim Embryo würde dem als solchen zu bezeichnenden Abschnitte beim Erwachsenen nicht mehr entsprechen. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird aber der His'sche Befund die Ausnahme bilden und wird der Toldt'sche die Regel sein.

Wie das Duodenum in dem oben von mir beschriebenen Falle zu jener eigenthümlichen Lagerung gekommen ist, bei der es zweimal an der Wirbelsäule vorbeiging, dürfte wohl kaum möglich sein zu erklären. Es muss sich ja jedenfalls um ein sehr stark verlängertes Duodenum gehandelt haben. Auch Gruber beschreibt mehrere höchst sonderbare Lagerungsarten des stark verlängerten Duodenums bei seinen Fällen mit Mesenterium commune. Man könnte ja nun in unserem Falle zweifelhaft sein, bis zu welcher Stelle der Darm als Duodenum zu bezeichnen wäre, ob nur die obere Schlinge bis zu ihrer Umbiegung an der linken Seite der Wirbelsäule, oder ob der ganze auf der Zeichnung wiedergegebene Darmtheil bis zum dritten Lendenwirbel. Nach dem oben Gesagten würde die Entscheidung darüber eine rein subjective sein. Mir würde es mit der gewöhnlichen Form des Duodenums verträglicher erscheinen, den ganzen hier wiedergegebenen Darmabschnitt als Duodenum aufzufassen, im Wesentlichen allerdings wohl auch

Digitized by Google

welches von der Duodenumschlinge nach Leber und Magen sich herüberspannte, durchschnitten war, und konnte in voller Ausdehnung erst übersehen werden, nachdem die obere Duodenalschlinge zurückpräparirt worden war, da dieselbe sich über den unteren Theil des Pancreas herüberlegte. Auf der Figur ist dieses Verhalten dadurch angedeutet, dass die Schraffirung des Pancreas durch die obere Duodenalschlinge hindurchschimmert. Das Pancreas war sehr klein. Es reichte nach links kaum bis zum linken Rande der Wirbelsäule. Auch seine Dicke war unbedeutender als sonst. Ein deutlicher Kopftheil war nicht zu unterscheiden. Die Art. mesenter. sup. ging in gewohnter Weise unter dem Pancreas hindurch, um über die obere Duodenalschlinge herüberzulaufen.

Es fanden sich endlich Nebenmilzen, doch habe ich dieselben nicht so genau untersucht, um über ihre Anzahl, Grösse und Lage Bestimmteres aussagen zu können.

Litteratur.

1. W. Gruber, Beiträge zu den Bildungshemmungen der Mesenterien. *Dies Archiv.* 1862.

2. W. Gruber, Weitere Beiträge zu den Bildungshemmungen der Mesenterien. *Dies Archiv.* 1864.

3. W. Gruber, Nachträge zu den Bildungshemmungen der Mesenterien u. s. w. Virchow's *Archiv.* Bd. XLIV. 1868.

4. W. Gruber, Abhandlung eines Falles von Mesenterium commune u. s. w. Virchow's *Archiv.* Bd. XLVII. 1869.

5. C. Toldt, Bau und Wachsthumsveränderungen der Gekröse des menschlichen Darmcanales. *Denkschriften der kaiserlichen Academie der Wissenschaften zu Wien.* Math.-naturw. Classe. Bd. XLI. 1879.

6. W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* Leipzig 1885, III. Thl.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XV.)

In das schematisch gehaltene Knochenskelet mit Nierenconturen sind das Duodenum und das Pancreas hineingezeichnet. Die dunkle zusammenhängende Linie auf der oberen Schlinge des Duodenums bezeichnet den Ansatz des in der Beschreibung erwähnten Bandes zwischen Duodenum, Magen und Leber. Die schwarze punktirte Linie, welche von dem Ende des Darmstückes nach der Gegend der linken Articulatio sacro-iliaca hinzieht, bezeichnet die Ansatzlinie des Mesenterium commune an die hintere Bauchwand.

Digitized by Google

Beitrag zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschlicher Embryonen.

Von

Dr. Werner von Noorden.

(Aus dem anatomischen Institut der Universität zu Leipzig.)

(Hierzu Taf. XVI.)

1. Material und Methode.

Untersuchungen über den Schädelknorpel, welche mit Hülfe der neuen in die embryologische Technik eingeführten Hülfsmittel angestellt sind, wurden meines Wissens über menschliche Embryonen so frühen Stadiums, wie vorliegendes Material solche erlaubt, nicht mitgetheilt. In der Literatur fand ich nur Angaben, die sich auf Embryonen des dritten Monats und ältere bezogen; hierher gehören die Embryonen von Kölliker-Spöndli,[1] Vrolik,[2] und Virchow.[3] — Die beiden Embryonen, welche Kölliker abbildet[4] sind wohl nach dieser Seite hin nicht verwerthet.

Meine Untersuchungen wurden im Sommer 1886 an Embryonen aus der Sammlung von Hrn. Professor His vorgenommen. Von diesem waren dieselben seiner Zeit gefärbt und geschnitten worden und indem er mir das Thema zur Bearbeitung vorschlug, hat er mir auch das bezügliche Material zur Verfügung gestellt. Ich will nicht versäumen, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer für die Ueberlassung des Materials und den freundlichen Rath, den er mir hat zu Theil werden lassen, herzlichsten Dank auszusprechen.

Digitized by Google

Ich habe die Embryonen *Lhs* und *Zw* benutzt, in Betreff derer ich auf das Werk von Hrn. Professor His[1] verweise. Der Embryo *Lo* ist älter als die beiden genannten und steht in seiner Entwickelung der Fig. 25 von Taf. X am nächsten. Die drei Embryonen gruppiren sich nach Länge und Alter annähernd also:

Lhs. 17 mm N. L. ca. 50 Tage alt
Zw. 18·5 mm N. L. ca. $7^1/_2$ Wochen alt
Lo. 23 mm N. L. ca. $8^1/_2$ Wochen alt.

Die Schnitte sind mit dem His'schen Apparate sorgfältig und bei verschiedener Vergrösserung gezeichnet worden und alsdann habe ich mit Hülfe der Zeichnungen sagittale und frontale Reconstructionen ausgeführt. — Die Mühe der Construction ist nicht gering, allein das Einschlagen dieser Methode ist unumgänglich, will man sich überhaupt eine plastische Vorstellung von dem Objecte bilden. Von grösstem Werthe zum Verständniss der schon sehr complicirten Formen an der primordialen Schädelbasis wurde mir die plastische Darstellung des Knorpels mittels der Born'schen[2] Wachsplatten-Technik bei dem vorzüglich erhaltenen Embryo *Zw.* Ich wählte eine 50fache Vergrösserung. Um ein bleibendes und hantirbares Modell zu gewinnen, habe ich das Wachsmodell in Gyps geformt und einen Bleiausguss genommen. Letzterer ist so befriedigend gelungen, dass man das Resultat fast von der Form ablesen kann.[3] Ausserdem übte ich vielfach und besonders bei Embryo *Lhs* die Methode des Aufzeichnens von Schnittbildern auf Carton und Pappe mittels Pausenzeichnungen und nachträglichem Ausschneiden und Aufeinanderkleben.

Um von *Lo* ein Modell in 12facher Vergrösserung zu schaffen, verfuhr ich etwas weitläufiger. Ich verfertigte von den photographischen Negativen der Schnitte mit der Camera obscura Zeichnungen des Knorpels auf Pauspapier in 12facher Vergrösserung. Diese übertrug ich auf sehr dünnen Carton, den ich ausschnitt. Die einzelnen Platten durchtränkte ich nun mit gewöhnlichem reinen Paraffin. Nach einigem Ueben gelang es den Carton so zu imbibiren, dass jede Platte eine gewünschte Durchschnittsdicke von 0·6 mm nach dem Erkalten erhielt. Leichtes Erwärmen

---

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* III. S. 9 und S. 245, sowie auf die Taf. X Fig. 24 und Taf. XIV Fig. 8.

[2] Born, *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXII. S. 584 u. ff.

[3] Die eine Hälfte des Modelles wurde von Hrn. Professor His auf dem I. Anatomischen Congress vorgezeigt. Es bietet dasselbe für das Auge freilich wenig Gefälliges, doch glaube ich, da keine Glättung vorgenommen wurde, ein getreues für das eigene Studium jedenfalls ausreichendes Modell erhalten zu haben. Für Schulmodelle dürfte eine Ausgleichung der Treppen und Unebenheiten vielleicht wünschenswerth sein.

Digitized by Google

der Paraffinmasse am Rahmen der Tafeln und wo es nöthig war auch an den den Knorpel darstellenden Figuren erlaubte ein haltbares Aneinanderkleben zu einem sehr zierlich und überaus übersichtlich gestalteten Gebäude. Das richtige Aufeinanderpassen der Schnitte erfordert hier wie bei der Modellirung mit Wachsplatte peinlichste Sorgfalt und Cautelen (siehe Born[1]).

Ich erwähnte die angewandten Methoden nur in aller Kürze, da ich wesentlich Neues nicht mittheilen kann. Die Methoden sind ausführlichst in Publicationen von His, Born und Anderen besprochen.[2]

2. Material-Verwendung.

Es kam mir zunächst nicht darauf an der Histogenese und Histologie des Knorpels nachzugehen, sondern mein nächstes Ziel war die Erkenntniss des thatsächlich vorhandenen Knorpels am cranialen Theile des menschlichen Schädels in frühester Bildungsepoche. — Bei der Darstellung des Befundes bemühte ich mich eine blosse Schnittbetrachtung zu unterlassen, vielmehr das gewonnene Bild zu reproduciren und halte mich im Wesentlichen an Embryo *Zw*.[3] — Der ältere Embryo *Lo* diente mir in zweifelhaften Fällen zur Controle des bei Embryo *Zw* Gefundenen und aushelfend an solchen Stellen, an denen ersetzt werden musste. Die Absicht, den gewonnenen Befund von Embryo *Lo* neben den von Embryo *Zw* zu setzen, beide ausführlichst zu schildern gab ich auf, da es sich hier nur um ermüdende Wiederholung des von Embryo *Zw* ausführlich Besprochenen handeln kann; denn grosse Unterschiede zwischen den Embryonen, soweit die Knorpelanlage in Frage kommt, bestehen nicht. Embryonen, die wie *Lo* und *Zw* freilich hinsichtlich anderer Organe schon erhebliche Entwickelungsdifferenz aufweisen, unterscheiden sich den Knorpel betreffend mehr qualitativ als quantitativ. Erheblicher sind die Unterschiede zwischen dem Embryo *Lhs* und *Zw*, wenn sie auch kaum $^1/_2$ Woche zeitlich auseinander stehen. Bei Embryo *Lhs* missen wir ganze Partien fertigen Knorpels. Der Knopel ist hier in der Weise vorbereitet, dass sich die

[1] A. a. O.

[2] Nachdem ich meine Vorversuche abgeschlossen, kam mir Strasser's (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. 1886. Bd. III) Mittheilung zu Händen. Er

Digitized by Google

Zellen zu den Formen, die von Embryo *Zw* bekannnt sind und dort Knorpelnatur haben, auch schon ordneten, nur sind sie lockerer aneinandergefügt und fehlt dem zarten Gewebe jener schöne typische Glanz, der reifem jungen Knorpel so eigenthümlich ist.

3. Verhältniss des Gehirns und der Nerven zum Knorpel.

Auf die Beziehung des Knorpels zum Gehirne und der grossen Nervenstämme will ich kurz hinweisen.

siehe 1. Abbildung Anhang Taf. XVI, Fig. 1.
2. Abbildung Fig. 156.
3. Abbildung Fig. 75.
} His, *Menschl. Embryonen.* Bd. II.

Ein von Hrn. Professor His geformtes Wachsmodell des Gehirnes von Embryo *Lo* in 12facher Vergrösserung stand mir zur Verfügung. Ich heftete mein Pappe-Paraffin-Gerüst von derselben Vergrösserung direct als Mantel um dasselbe, ähnlich wie man die knöcherne Schädelkapsel wieder um ein davon befreites Gehirn legen kann. Durch den Bau eines so einfachen Modelles wurde das Verhältniss von Kern und Hülle recht anschaulich gemacht. Fertigt man zudem noch gesteifte Fädchen als Nerven an das Wachsmodell und bringt sie so weit es möglich in die ihnen zukommende Lage, so ist das Modell so vollkommen, dass man in Deutung der Verhältnisse nicht irren kann.

Um die Mitte des zweiten Monats nähert sich die Form der Gehirnmasse im Groben der bleibenden. Bekanntlich geschieht dies durch starkes Hemisphaeren-Wachsthum nach hinten und starkes Aneinanderdrängen der dahinterliegenden aus den primären Blasen hervorgegangenen Gebilde.

Aus der Grundform [1] eines länglichen Viereckes hat sich ein Köpfchen entwickelt, dem menschlicher Ausdruck unverkennbar schon aufgeprägt ist. Die Hauptsache bei der vorgegangenen Veränderung ist, dass sich der „Rautengrubenarm“ [2] gegenüber dem „Grosshirnarm“ verkürzt hat, wodurch die ganze Nervenmasse von Stabform zur Hakenform übergeht und endlich sogar eine Schlangenwindung eintritt. Die Brückenkrümmung ist so weit nach vorne gelegt, dass sie fast das Vorderhirn berührt.

An der Stelle der stärksten Krümmung (Fig. 1) lagert der grosse Ganglionhaufen des N. trigeminus. Die zu ihm tretenden Nerven sind leicht centralwärts und peripherwärts zu construiren. Geringes rückwärts ist das Gebiet des VI, VII und VIII Hirnnerven und noch weiter zurück

[1] His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* Bd. III. S. 243.
[2] His, a. a. O.

Digitized by Google

lagern Ganglionmassen in weitmaschigem Bindegewebe, aus denen sich die Nervenstränge, die als IX und X Nerv verfolgt werden können, entwickeln. Ebenso sind der XI und XII Nerv unschwer zu verfolgen.

Der einfache Bau des primitiven Gehirnes bedarf keiner festen Stütze; sobald dieser aber durch schnelles Wachsen in mancher Richtung complicirter wird, wird eine solche erforderlich. Um diese Zeit nun entsteht auch der Knorpel und zweckmässig eilt der Verknorpelungsprocess an der Basis der Verknorpelung anderer Stellen am Schädel voraus. Es kann aber nur dann eine widerstandsfähige Platte geschaffen werden, wenn der Process nicht zersplittert auftritt und es lehrt der Vergleich von Embryo *Lo* und *Zw*, dass alles zum Knorpel bestimmte Gewebe gleichzeitig die Umwandlung eingeht. Die Anforderung, welche an die neue Hülle gestellt ist, nun nicht bloss Hülle zu bilden, sondern Träger zu sein und zugleich durch Festigkeit fernerem Wachsthume des Gehirnes die Richtung vorzuschreiben, ist damit eingeleitet. Unter welchen Bedingungen und nach welchen Gesetzen die Umwandlung geschieht, ist noch nicht aufgeklärt. Vielleicht spielen durch ungleichen Druck und Zug in den Geweben entstandene veränderte Ernährungsbedingungen mit. Jedenfalls scheint die Verknorpelung am intensivsten nahe den Gefässen kleineren Umfanges vor sich zu gehen. Bis zum Auftreten des Knorpels hüllte das grossmaschige, zellenreiche Schleimgewebe, welches auch später noch alle Lücken durchdringt und aufpolstert, das Gehirn ein.

4. Allgemeine Modellbetrachtung.

Die Betrachtung der gewonnenen Modelle im Ganzen, zeigt vollkommen symmetrische Anlage des Knorpels, sodann ergiebt sich, was auch durch Zergliederung und anderlei Methoden an älteren Embryonen vom Primordialschädel bekannt ist, dass aller Knorpel fest aneinander gefügt ist.

An dem hinteren Theile eines würfelförmigen Körpers, der den Keilbeinkörper und die erste Anlage des Hinterhauptkörpers darstellt, hängen beiderseits je eine grosse oval geformte Knorpelmasse, die Gehörblasenknorpel. Jeder von ihnen trägt am hinteren Pole eine rückwärtsstrebende, leicht geschwungene kleine knorpelige Schaufel; letztere sind die primären Anlagen der Seitentheile des Hinterhauptes. Vom vorderen Ende des sich wenig verbreiternden Mittelstückes sprosst nach beiden Seiten eine halbmondförmige Sichel hervor, in der wir die erste Anlage der kleinen Keilbeinflügel wieder erkennen. Endlich lagert das vorderste Ende des Mittelstückes auf einem tief zur Visceralanlage herunterragenden, aus einer Mittelwand und seitlichem Bogen bestehendem Knorpelgerüste. Es ist dies das Nasengerüst und mit ihm, wie mit dem Keilbeinkörper ist der

Digitized by Google

zwischen die kleinen Flügel vorspringende Stachel als erste Anlage des Ethmoidalbeines wiederum verschmolzen.

In Beziehung zum Gehirne gebracht, umkapselt der hintere Theil, ohne ganz zum Ringe geschlossen zu sein, das Nachhirn und die Brückenkrümmung, der mittlere stützt das Mittelhirn und der vordere umfasst einen Theil des Vorderhirns und ist Träger des tiefsten und vordersten Abschnittes der Hemisphaerenanlage.

An manchen Stellen weisen Löcher im Knorpel und periphere Eindrücke auf Canäle für Nerven und Gefässe hin, andererseits sind Hohlräume im Groben angedeutet, zur Aufnahme edelster Organe.

5. Der Gehörknorpel.

Form und Umgebung.

An der primären Knorpelanlage nimmt der Gehörknorpel weitaus die dominirende Stelle durch seine Grösse ein. (Siehe Fig. 4, Schnittbild.) Vergleicht man den bestehenden Knorpel mit einem liegenden eiförmigen Körper, so schaut das dickere Ende dorsolateralwärts, das sich verjüngende in fronto-medianer Richtung. — Mit der Mittellinie bildet seine Axe etwa einen halben rechten Winkel. Der laterale Pol lagert etwas höher als der mediane. Die Frontalconstruction Fig. 2 und Schnittbild Fig. 4 zeigt, dass die Gestalt jetzt aber nur in groben Zügen der Form des später knöchernen Felsenbeimes ähnelt. (Ein mehr nach vorn und hinten gelegter frontaler oder transversaler Durchschnitt wiederholt im Ganzen diese Figur.)

An den freien Seiten, d. h. an Stellen, an denen der Knorpel nicht an den Nachbarknorpel herantritt, um mit ihm zu verschmelzen, lagern Weichtheile verschiedenen Charakters. Vor allem sind es die grossen Nervenstämme, die zu ihm in Beziehung treten und nahe kommen. Frontalwärts ruht das bei Embryonen immer imponirende Trigeminusganglion und nach Durchtritt durch den Knorpel auch der N. facialis. Medianwärts berührt ihn der N. facialis und N. acusticus und hinten liegen die Ursprünge der Nn. glossopharyngeus und vagus. Während die hinteren Knorpelabschnitte ein starkes venöses Gefäss, der seitliche Sinus venosus durae matris umspült, zieht vorne die Art. carotis vorbei. Dem späteren Verhalten durchaus verschieden ist, dass die Art. carotis der festen Hülle

Digitized by Google

fehlen und Knorpel nicht an Knorpel stösst, liegt blutgefässreiches Bindegewebe, das den Knorpel vom Centralnervensystem, wie auch vom äusseren Integument scheidet.

Die Paukenhöhle und ihre Anlage bei unseren Embryonen liegt ganz in Weichtheilen, ausser dem Bereiche jedes Knorpels. Bei Embryo *Zw* und *Lo* ist der äussere Gehörgang durch seichte Einbuchtungen in der Cutis angedeutet und es umlagern kleine Knorpelinseln dieselben als erste Anlagen des späteren knorpeligen Gehörganges und der Muschel (Fig. 2). Vom Cavum pharyngeum aus tritt diesen Buchten entsprechend ein mit Epithellage ausgekleideter aber noch verklebter Schlitz entgegen als Tubenanlage, doch bleibt eine schmale nicht weiter differenzirte bindegewebige Brücke zwischen äusserem und innerem Einschnitte bestehen. Tubenknorpel existirt noch nicht; Kölliker[1] hat diesen erst im vierten Monate beobachtet. Die ganze untere Seite des Knorpels zeigt im Gegensatz zum späteren knöchernen Felsenbein eine einfache Form, da die Theile, welche diese später durch ihren Austritt so multiform machen, einstweilen in der Hauptsache noch nebenan liegen.

Inhalt.

Dem complicirten Inhalte des Gehörknorpels, der vorhandenen genauen Formung der Schnecke, des Labyrinthes mit den Bogengängen und den zutretenden Gebilden bin ich nur soweit näher nachgegangen, als es eine allgemeine Orientirung im Knorpel erheischte.

Der N. acusticus ist bei allen Embryonen vom Ursprung an ohne Unterbrechung bis in die Knorpel verfolgbar. Vor seinem Eintritt, ein kurzer kräftiger in zwei Theile zerlegbarer Nervenstamm, sendet er nach ganglienhafter Anschwellung innerhalb des Knorpels zarte Aestchen zu den Hohlräumen und Gängen, die theilweise erst in der Epithelschicht sich verlieren. — Ihm lagert der N. facialis dicht an, aber er ist dem Knorpel keineswegs so einverleibt, wie wir diesen Nerv später im Knochen geborgen finden. Von der medianen Seite kommend, tritt er durch den Knorpel und erscheint dann auf der vorderen und lateralen Seite. Durch ihn wird der vordere Felsenbeinknorpel nahezu halbirt in einen Theil für die Schnecke, und einen für den Vorhof. Sobald der Nerv hindurchgetreten ist, bleibt er dauernd ohne Knorpelhülle, verläuft aber noch auf kurze Strecke so nahe der Peripherie des Knorpels, dass er wie in eine Hohlschiene gebettet ist.

Dieser Befund deckt sich mit der Mittheilung von Vrolik[2] und Kölliker[3] über Embryonen aus dem dritten Monate. Diesen fehlt auch noch

[1] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte.* 1879.
[2] Vrolik, a. a. O.
[3] Kölliker, a. a. O.

Digitized by Google

der knorpelig vorgebildete Canalis Fallopii. — Die Stelle, an welcher der Nerv den Knorpel verlässt, erklärt Vrolik für die Stelle des späteren Hiatus Fallopii.

Lateralwärts berührt der Facialis die Stapesanlage, gelangt dann in die Gegend des späteren Processus mastoideus und lagert caudalwärts noch eine Weile neben den bei Embryo *Zw* und *Lo* knorpelig angelegten Processus styloideus. Einen Canal. Fallop. in den unteren Theilen kann man schon deshalb nicht erwarten, weil das Os tympanicum, das zur Ausbildung beiträgt, kein knorpeliges Stadium durchmacht, knöcherne Anlage sich aber noch nirgends gezeigt hat und rückwärts der Process. mastoideus noch gar nicht scharf als solcher am Knorpel vorspringt.

Das For. stylomastoid. finde ich in der Primordialanlage nicht vorgebildet; ich möchte dieses als ein Product der späteren Verknöcherung und der Deckknochenbildung auffassen. Nach Vrolik entsteht es aus einer Umbiegung des knorpeligen Zungenbeines. — Die Chorda tympani ist wohl bestimmbar, hat aber selbst keine Beziehung zum Knorpel. — Gleichen kurzen Verlauf durch den Knorpel mit Ganglienbildung in demselben zeigt der Facialis bei Embryo *Lhs*. Sobald er frei geworden, zieht er in den Winkel, welchen der erste und zweite Kiemenbogen mit dem Sinnesknorpel bildet, und verästelt dann im Halsgebiete.

Der Vorhof mit den Bogengängen beherrscht den ganzen lateralen und hinteren Theil des Knorpels; zwischen den Bogengängen lagern solide Massen homogenen Knorpels. Als ob eine erstarrungsfähige flüssige Masse um ein vorhandenes System von Röhren gegossen wäre, ähnlich sind die Bogengänge vom Knorpel eingeschlossen. Schon jetzt ist zu bemerken, dass der untere (hintere) Bogengang weitaus der längste ist, der äussere die kürzeste Wölbung hat, ebenso sind die drei Anfangsmündungen gegenüber den beiden Enden leise ausgebuchtet. Die Bogenspangen treten allseits bis nahe an die Peripherie. Nahe an den Mündungen in das Labyrinth sind sie von einander nur durch zarteste Zwischensubstanz geschieden. — Eine selbständige oder vom übrigen Knorpel durch eine Contour abgeschiedene Portio mastoidea giebt es nicht. Nur durch Verfolgung des knorpeligen Processus styloideus vom Zungenbeine aufwärts, gelangt man mit Sicherheit zur Stelle, welche diesem Theile vom vorhandenen Gehörknorpel zugehört, aber es fehlt bei beiden älteren Embryonen der Zusammenhang von Felsenbein und Stilfortsatz. Bei *Zw* geht übrigens der knorpelige Proc. styl. in das knorpelige Zungenbein über. — Ausser kleinsten ernährenden Gefässen tritt von vorn

Digitized by Google

Theile, bevor er ein langer Gang wurde noch einmal sackförmig erheblich erweitert. Er trägt einschichtiges Epithel, ist in der Zellenschicht, aus welcher sich die Dura mater entwickelt geborgen, und tritt auf der hinteren inneren Seite des Gehörknorpels in diesen ein. Nach kurzem Verlaufe verschmilzt seine Lichtung mit der des Labyrinthes. Rüdinger[1] macht für den 3 monatlichen Embryo ähnliche Angaben.

Als Anhängsel des Gehörknorpels ist ein Gewebe zu nennen, dessen histologischer Charakter dem anderen Knorpelgewebe noch nicht gleichwerthig ist. Seine Structur gleicht dem Knorpel des jüngsten Embryo. Dieses Gebilde strebt vom Gehörknorpel ausgehend, die mittlere Schädelgrube seitlich begrenzend, nach vorn, umhüllt lateralwärts das Ganglion V und reicht bis zu den Durazügen, die vordere und mittlere Schädelgrube scheiden. Der Gewebezug liegt also in der Gegend der späteren Schuppe des Felsenbeines. Kölliker[2] rechnet die Squama nicht zum Primordial-Cranium, spricht aber von ihrer rudimentären knorpeligen Anlage. Bei Embryo *Lhs* ist in dieser Region kein von anderem embryonalen Bindegewebe unterscheidbares Gewebe vorhanden. Bei Embryo *Lo*, bei dem der Knorpel sonst schon eine äusserst solide Beschaffenheit hat und sich überall scharf von anderen Geweben abhebt, tritt es aber deutlich zu Tage, dass dieser Gewebezug weit hinter der übrigen Verknorpelung zurückgeblieben ist und bei *Zw* wie erwähnt, nähert sich das Gewebe auch erst dem reifen Knorpel. Ich zeichnete diese Partien zur Anfertigung des Modells nicht mit, so kommt es, dass an meinen Modellen eine weite Lücke zwischen Felsenbeinknorpel und Keilbeinflügel besteht, zum Unterschied von der bekannten Spöndli'schen Figur, in welcher dieser Theil unter dem Namen „Knorpelstreif zwischen Parietalplatte und Keilbein" geht. — Noch ein anderes kleines Leistchen hat seinen Ausgangspunkt vom Gehörknorpel und begiebt sich von dessen unteren seitlichen Theilen nach vorne. Doch ist die Verschmelzung nicht so innig, wie sie an anderen Stellen wo der Primordialknorpel untereinander zusammenhängt, zu sein pflegt, wenn es sich auch um zwei später ganz verschiedene Theile handelt. Hier besteht mehr eine synchondrotische oder symphysenartige Verbindung. Die Analyse der Leiste ergiebt, dass es sich um den ersten Kiemenbogen handelt. Bei *Lhs* ist nur eine leichte Segmentirung in demselben eingetreten, bei den beiden älteren ist die Trennung in die aus ihm hervorgehenden Knorpelchen vollendet; diese hängen wiederum synchondrotisch aneinander (s. Fig. 7—9).

---

[1] Rüdinger, Ueber den Aequaeductus vestibuli des Menschen und des Phyllodactylus europaeus. His und Braune's *Zeitschrift*. Bd. II.

[2] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte*. 1879.

Digitized by Google

6. Stapesanlage.

Von Salensky[1] wurde in überzeugender Weise beim Schafembryo für die Säugethierreihe dargestellt, dass Hammer und Ambos ihre Entstehung aus dem Meckel'schen Knorpel allein nehmen und der zweite Kiemenbogen als Theilnehmer bei der Bildung ausgeschlossen ist. Auch für den menschlichen Embryo gilt dies; doch gehen die Ansichten über die Stapesentwickelung auseinander und ich will unseren Befund deswegen kurz mittheilen.

Bei Embryo *Zw*, im Felsenbeinknorpel, innerhalb der vorderen Wand, welche das Labyrinth umgiebt, medianwärts von einer kleinen Prominenz der Wandung, die den vordersten Theil des $^1/_2$ cirkelförmigen vorderen Bogens geborgen hält, grenzt sich ein wohl unterscheidbares Gebilde ab. Es ist zweifellos, dass diese ovale kleine Knorpelmasse (Figg. 7 und 8) kein selbständiges Gebilde ist, sondern nur einen Theil der Kapselwand ausmacht, jedoch tritt diese Stelle praegnant in dem sonst homogenen Knorpel hervor, weil hier die Zellkerne dichter aneinander gerückt und concentrisch gelagert sind und ausserdem den Farbstoff stärker in sich zurückbehalten haben. Die Zellen sind nicht durch eine Spaltbildung oder durch zwischenlagerndes, wenn auch noch so zartes Bindegewebe vom einhüllenden helleren Knorpel getrennt. — Modellirt man 50fach den kleinen abgetrennten Theil, so erhält man eine kleine ovale Platte von ausserordentlich geringem Durchmesser. Ein kleiner Vorsprung, caudalwärts strebend, tritt zum Rande des Gehörblasenknorpels und löst sich dann, noch weiter caudalwärts verfolgt, in zwei Säulchen auf. Auch diese sind noch dunkler tingirt, verlassen aber nunmehr die Wand, so dass sie ausserhalb der sonst hier glatten Wand des Gehörknorpels liegen. Die Richtung ist schräg, derart, dass der Ursprung in der Platte geringes näher der Medianlinie zugekehrt ist, als die Fussenden. Ein sehr kleines Gefässchen, Art. stapedia, bei *Zw* nicht weit verfolgbar (auch nicht mittels der Reconstructionsmethode) drängt sich zwischen die Säulchen. — Ich deute diese Gebilde als Theil des sich entwickelnden Stapes. Ein Theil wurzelt in der Wand des Gehörknorpels, aber doch nicht so tief, dass er die ganze Breite in Anspruch nehmen (Fig. 7) und dadurch in Beziehung zum inneren Höhlensysteme des Sinnesknorpel treten würde. Will man von der späteren knöchernen Form

Digitized by Google

Salensky tritt für die unabhängige Entstehung des Stapes von den anderen Gehörknöchelchen beim Schafe ein. Eine grosse Wichtigkeit bei der Entstehung schreibt er einer kleinen Arterie (Art. mandibularis) zu, in deren Umgebung sich das Knorpelmaterial für den Stapes ablagern soll. Meine Mittheilung von Embryo *Zw* steht jener Beschreibung unzweifelhaft sehr nahe, besonders glaube ich auch bei unserem Embryo die kleine Arterie wieder erkannt zu haben, nur praesentirt sich bei Embryo *Zw* das um die Arterie gruppirte Baumaterial für den Stapes bereits im festen Zusammenhang mit dem Labyrinthknorpel.

Ein anderes, einfacheres Bild gewährt Embryo *Lhs*, denn hier lässt sich in der Knorpelwand an der vorderen Wand, in der der Stapestheil bei *Zw* wie eingemauert steckt, nichts derartiges entdecken, überhaupt sind hier keine Differenzen im Knorpel vorhanden. Dagegen ist auch hier die von Salensky beschriebene und bei *Zw* nachgewiesene Arterie und zwar bis zur Carotis hin verfolgbar. Sie durchbohrt ein kleines rundliches Knorpelhäufchen, das weder zum Meckel'schen Knorpel, noch zum Labyrynthknorpel in Beziehung steht, aber auch noch keinerlei charakteristische Gestalt angenommen hat. Ich glaube, dass ebenfalls wie beim Schafembryo auch beim menschlichen dies von Embryo *Lhs* beschriebene Zellhäufchen Vorstufe eines Theiles des späteren Stapes bildet und dass sich die Crura ganz oder zum Theil aus ihm entwickeln, indem sehr bald eine Formung der Zellen zustande kommt, wie die Stufe *Zw* bereits darbietet. Demnach möchte ich der Ansicht zuneigen, dass der Stapes eine doppelte Anlage hat, eine intra- und eine extramurane in Beziehung auf den Gehörblasenknorpel. Vielleicht gelingt es an Zwischenstufen, diesem noch präciser nachzugehen. Zeitlich eilt die Bildung der Knorpelmasse für die Crura dem Abgegrenztwerden der zuerst soliden Platte in der Gehörknorpelwand um wenige Tage voraus. Die ganze Bildung des Stapes bis zur Erreichung seiner typischen Gestalt geht in der siebenten bis achten Woche vor sich. — Den einen Theil unterstützt bei der Bildung ein kleines Gefäss, der andere Theil scheint durch Abstossung von einer grösseren Masse geliefert zu werden.

7. Occipitalanlage.

Weniger einheitlich ist die Anlage des Occipitalknorpels. An einer flachen Mittelplatte hängt jederseits durch eine Knorpelspange mit ihm verbunden der Seitentheil, ähnlich gestaltet der Hälfte einer Klappmuschel. Die Seitenanlage ist klein; die Höhe beträgt bei Embryo *Zw* 2—3 mm, die sagittale Ausdehnung höchstens 2 mm. Die Schuppendicke ist an breitester Stelle kaum 0,2 mm dick. Nach oben vereinigen sich die Schuppen nicht,

Digitized by Google

sondern verlieren sich dünner und dünner werdend in den Weichtheilen; ebenso fehlt ein Knorpelschluss nach hinten, wie jeder Serienschnitt lehrt. Die dorsale Verbindung wird durch einen Bindegewebsstreifen von mehreren Zellschichten ersetzt, welche dem hier auf ihnen wirkenden Zuge gemäss parallel zu einander geordnet sind. Primordialschädel wie die Knorpelwirbel dieser Zeit sind beide nicht zum Ringe geschlossen. Nach vorn lehnt sich die Seitenanlage an den hinteren Theil des Felsenbeinknorpels an und ist mit ihm zum Theil verschweisst. An der Innenseite des Schüppchens verbreiten sich das venöse Gefässsystem, der Aquaeduct. Vestibuli und ein Theil der Gehirnnervenganglien.

An den dünnen Lamellen der Schüppchen lässt sich die Primordialknorpelnatur ganz besonders schön studiren. Die in der Mitte der Knorpelwand gelegenen Zellen haben die grössten, oft rundlich, dann wieder vieleckig gestalteten Zellkerne. Diese sind von einer durchscheinenden Schicht umgeben. Je näher man der Peripherie zurückt, um so mehr platten sich die Kerne ab. Begrenzt ist der Knorpel von einem streifigen, aus lockeren Zellschichten bestehenden Gewebe der Perichondralschicht, die im Gegensatz zum Knorpel sich dunkel gefärbt darbietet. — Die, Mitte mit Seite der Anlage verbindende bogenförmige Brücke berührt den Gehörknorpel an den hinteren inneren Theilen, etwa am Uebergang der hinteren zu der zur Basis schauenden Fläche, und biegt dann, sich vom Gehörknorpel lösend (Figg. 7—9), zur Mittellinie hin. Dadurch wird ein mit lockerem Gewebe ausgefüllter Spalt zwischen beiden Knorpelanlagen geschaffen, welcher auf spätere topographische Verhältnisse bezogen, als Foramen lacerum posticum anzusehen ist. Seitwärts geht der Spalt bis in die Gegend des Foramen jugulare. Hier am seitlichen Ende verläuft die grosse Kopfvene und nebenan haben Vagus und Glossopharyngeus Platz. Am Mittelstück ist bemerkenswerth, dass dieses ohne Unterbrechung (Fig. 6) in den Keilbeinkörper und caudalwärts ebenso in den ersten Wirbel (Fig. 5) übergeht. Auch die oberen Wirbel zeigen auf dem Durchschnitte einen innigen Contact, so dass nur durch die aufeinander folgenden Ganglien und Nerven zu bestimmen ist, wo die Region des Schädels in die des Halses und das Gebiet des höheren Wirbels in das Gebiet des tiefer gelegenen übergeht. Von Gelenkspalten und Gelenkfortsätzen ist noch nichts vorhanden. Durch das Mittelstück zieht die Chorda dorsalis. Nachdem sie dieses verlassen hat, verlässt sie auch die feste Schädelhöhle, taucht mit einem Bogen in das subchondrale

Digitized by Google

der Hypophysen-Anlage. Die Chorda ist länger als die Schädelbasis. Sie scheint gleichsam ein längeres Wachsthum als die über ihr liegenden Schichten gehabt zu haben und musste sich in Folge dessen schlängeln oder nach unten ausstülpen. Es ist die Frage, ob der Chorda am Cranium dieselbe Bedeutung zukommt für die Knorpelentstehung wie bei der Wirbelsäule. Hier gruppirt sich überall das parablastische Gewebe sichtlich um die Chorda dorsalis, sie meist vollkommen umhüllend. Dort ist die Chorda so gewunden, dass ein Theil von ihr ausserhalb der Knorpelmasse zu liegen kommt. — Im Verbindungsstück seitlich vom Mittelstück findet sich der Durchtritt des Nervus hypoglossus aus der Schädelkapsel, der analog anderer Gehirnnerven an der Austrittsstelle vollkommen im Knorpel liegt. Der Hypoglossus lagert in der Halsgegend in nächster Nähe der durch das Foramen jugulare ausgetretenen Nerven. Das Foramen condyloideus anterius liegt mit dem For. jugulare im gleichen Niveau. Der Knorpel welcher letzteres umgiebt, trägt centralwärts wie medianwärts kleine Vorsprünge, vielleicht Proc. jugularis und Proc. anonymus. Sie helfen die austretenden Nerven einschienen. — Der Hinterhauptknorpel besteht demnach aus seitlichen Schüppchen; deren Füsse bildet die Knorpelanlage um das For. jugulare und diese steht durch eine Spange in Verbindung mit dem Mittelstück. Dies enthält die Chorda, die Spange den Hypoglossuscanal. Die ganze Anlage tritt in knorpelfeste Beziehung zum Keilbein, Felsenbein und I. Wirbel.

8. Keilbein.

Die Betrachtung hat sich zu beziehen auf den Körper, grosse und kleine Flügel und die äussere Lamelle des Flügelfortsatzes. Wie das Keilbein mit dem angrenzenden Knorpel einestheils fest zusammenhängt, so dass es z. B. nicht möglich war seine Grenze gegenüber dem Occipitalbasalknorpel zu bestimmen, weil der Knorpel weder durch dichtere noch dünnere Zelllagen irgend welche Veränderung in seinem homogenen Bau verräth und dadurch ein Uebergangsknorpel[1] geschaffen wäre, sind anderseits auch die einzelnen Keilbeintheile untereinander zusammengefügt.

Diese feste Vereinigung findet sich ebenfalls bei dem jüngeren Embryo. Eine Profilconstruction 15facher Vergrösserung von *Zw* (Fig. 3) zeigt

Digitized by Google

leichte Ansteigung des Knorpels zeigt sich schon hier wie an der knöchernen mittleren Schädelbasis. Die Dicke des Knorpels schwankt in den hinteren zwei Dritttheilen nur um weniges, sie bleibt sich in der Mitte fast gleich. Am vorderen Drittel befindet sich in der ganzen Breite eine steilere Erhebung. Man wird in der hinteren sanfteren Ansteigung den Clivus, in der vorderen schrofferen Erhebung das Dorsum ephippi wieder erkennen, zumal an die Seiten dieses vom Felsenbeinknorpel aus Durazüge, welche diesen überdachen, treten und sich an einen kleinen Knorpelwulst (den Process. clinoideus posticus) anheften. Vorne, vor dieser höchsten Erhebung, ist eine Unterbrechung (Fig. 1) im Knorpel und aus der Construction ergiebt sich eine trichterförmige Vertiefung in demselben. Ihr oberer Theil gleicht auf dem Schnittbilde von rechts nach links einer ovalen Höhle, während ein stielartiger Fortsatz in die Tiefe dringt, aber nicht ganz die caudalwärts schauende Seite des Knorpels erreicht. Nur aus einer rundlichen Anordnung etwas dunkler gefärbter Zellen im Knorpel lässt sich vermuthen, dass der Trichterstiel früher bis zur unteren Seite des Knorpels führte. Die muldenförmige Aushöhlung des Knorpels ist die knorplige Sella turcica; auf ihr und von ihren Kanten umgriffen lagert der Gehirnanhang. Der Knorpel schmiegt sich diesem Gehirnzapfen in exacter Weise an, so dass dieser den Trichter vollständig füllt. Die Verbindung zur Mundbucht durch die Rathke'sche Tasche ist ganz zur Obliteration gekommen, indem sich hier selbst Knorpel hingelegt hat. Die Hypophyse erscheint auf den Schnitten als kugliges Organ, mehr cranialwärts in der Form einer liegenden arabischen Acht. — Frontalconstructionen durch den Keilbeinkörper lehren, dass dieser aus ganz compactem Knorpel besteht und keineswegs ein so luftiges Gebäude darstellt, wie er gewöhnlich in knöchernem Zustande durch die Sinus sphenoidal. gebildet wird. Auch vorn schliesst sich um den Trichter Knorpel, doch fällt dieser Knorpel frontalwärts nicht in steiler Linie ab. Ein kleiner, kielförmiger Ausläufer schaut nach abwärts als bereits vorgebildete knorplige Crista sphenoidal. Auf dem medianen Profilbild tritt der Schnabel praegnant hervor.

Besonders schwierig war es, von den Alae parvae[1] eine richtige Vorstellung zu bekommen. Man construirt sich am zweckmässigsten den Nervus opticus und dies gelingt unschwer vom Chiasma bis zur Ausbreitung der Retina. Gerade am oberen Ende des Keilbeinkörperknorpels über seinem Schnabelfortsatz, direct vor der Hypophyse entspringt er. Doch hat die Knorpelmasse, auf welcher hier das Chiasma ruht, noch nicht ganz fertigen Knorpelcharacter. Sie mag anatomisch dem Jugum sphenoidale entsprechen

[1] Das Bleimodell liess mich hier mehrfach im Stich, da dasselbe in dieser Gegend ungenügend war.

Digitized by Google

und kann zugleich als vorderes Wurzelgebiet für die kleinen Flügel betrachtet werden. Seitlich vom sphenoidalen Mittelstück, dort wo die Hypophysis vom Keilbein umschlossen ist, treibt der Keilbeinkörper einen kleinen rundlichen Vorsprung. Auf den Flächenbildern (Fig. 4) erscheint er wie ein neben jenem lagernder kleiner gerundeter Knopf. Rechenschaft über dieses Gebilde erhält man durch eine Sagittalconstruction dieses Theiles. Zwischen diesem Knorpel und der vorderen kleinen Keilbeinwurzel zieht der Nerv II (in sehr steiler Richtung nach abwärts) hindurch. Mehr cranialwärts als das Schnittbild zeigt, steht jener kleine seitliche Knorpelanhang mit der vorderen Wurzel des Keilbeines durch eine kleine knorplige Brücke in Verbindung. Da nun der Opticus zwischen beiden durchtritt, so muss man in diesen Theilen der brückenartigen Anlage das knorplige Foramen opticum mit den beiden Wurzeln des kleinen Keilbeinflügels wieder erkennen. Der kleine Keilbeinflügel schiebt sich fein zugespitzt auslaufend nach vorn und seitlich vor. Das was von ihm als knorpliger Grundstock anzusprechen ist, ist wenig; es ist nur eine sehr kleine zarte Sichel, die in dichtesten Zellstreifen steckt und welche den Anfang des Durazuges zur Umhüllung der vorderen Hirntheile bildet. Das Auge ist rückwärts von dem kleinen Flügel gelagert; es ist bekannt, dass beim Menschen erst in späterer Zeit des embryonalen Lebens die Sehorgane jederseits Stellung geradeaus erhalten. Die zum Auge ziehenden Gebilde treten noch nicht durch eine Fissura sphenoorbitalis, — ist ja auch die Knorpelanlage des grossen Keilbeinflügels gerade hier zur Zeit noch nicht so entwickelt, dass eine hintere feste Orbitawand durch sie geschaffen wäre. Der Opticus verläuft noch in einer Linie annähernd senkrecht zur Mittellinie des Schädels zum Auge. Durch das Wandern des Sehorgans (wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf) und durch das fortschreitende Wachsthum des grossen Flügels mittels Apposition beim Verknöcherungsprocess in cranialer Richtung, erhalten die Nerven erst die Lage unter dem Flügel und wird der Schlitz zur Orbita (Fissura supraorbitalis) gebildet. — Ueber das knorplige Dreieck zwischen Felsenbein und kleinen Keilbeinflügel resp. dessen bindegewebige Fortsetzung orientirt man sich leicht, nimmt man die nervösen Elemente die hier lagern, zum Ausgangspunkt. Oben wurde der seitlichen Züge Erwähnung gethan, die höher als die höchste Kante des Pyramidenknorpels ihren Ursprung vom lateralen Ende des Felsenbeines nehmen, als erste Anlage zur Bildung einer festen seitlichen Wandung; an deren Aussenseite liegen die Muskelfasern des M. temporalis. Abwärts verfolgt, geht diese Gewebeverdichtung in den eigentlichen knorpligen Theil des grossen Keilbeinflügels über. Der lateralste Theil des Keilbeinflügels besteht ebenfalls aus ähnlichem Gewebe und so wird eine scharfe Abgrenzung unmöglich. Das Ganglion Gasseri, hinten an den Pyramidenknorpel stossend, ist seit-

Digitized by Google

lich von diesem Halbknorpel umgeben. — Bei Embryo *Lhs* fehlt dieser Halbknorpel, die seitliche Wandung wird durch gewöhnliches Bindegewebe gebildet. — Aus dem obersten Theile des Ganglion entsteht der erste Quintusast und nimmt eine Richtung an, deren Verlängerung den Opticus unter einem rechten Winkel schneidet. Die Platte, auf welcher das Ganglion selbst ruht, ist ganz knorplig und diese hängt innig an dem Mittelstück des Flügels und reicht rückwärts an das Felsenbein. Die Ganglionunterlage durchbohren die abwärts strebenden Quintusäste und gerade in der nächsten Umgebung der Nerven ist der Knorpel vom Flügel am festesten gediehen, so dass zwei sichere Canäle zum Durchtritt für die Nervenstränge geschaffen sind. Das Foram. spinosum ist nicht fixirbar, überhaupt kann die Art. meningea media nicht sicher constatirt werden. Die knorpligen Zellen, locker gefügt, schieben sich ganz in die Ecke zwischen Keilbein und Felsenbeinpyramiden hinein. Viel fester ist, wie eben erwähnt, die Verlöthung des Flügelknorpels mit dem Körperknorpel etwas mehr vorn neben dem Canal des zweiten Astes des Trigeniums. — Vom Felsenbeintheil des Nerv. facialis verfolgt man einen Nervenstamm zum Ganglion sphenopalatinum, den Nerv. petroso-superficialis mj. Er verläuft aber frei im Bindegewebe, gar nicht umknorpelt (weder in seinem Anfangs- noch Endtheil), sondern unterhalb der Keilbeinknorpelanlage, so dass ein knorpliger Vidi'scher Canal nicht praeformirt ist. — Zwischen Gangl. sphenopalatinum und Gangl. oticum liegt ein rundliches Knorpelhäufchen, nach aussen von einer Muskelplatte begrenzt. Cranialwärts ist es in leisem Zusammenhang mit dem grossen Knorpelflügel. Bei *Zw* kaum bemerklich, ist die Bildung bei *Lo* viel erheblicherer entwickelt. Der lateralwärts gelegene Muskel führt zur Unterkiefergegend und medianwärts von ihm, nachdem er durch schrägen Verlauf vom Knorpel frei geworden ist, liegen zwei starke Nerven (N. lingualis und N. mundibularis); medianwärts von diesen liegt wieder eine Muskelplatte. Ersterer Muskelzug muss nach der Lage der Nerven und nach seinem Verlauf der M. pterygoideus externus sein und der Knorpelvorsprung aus dessen Ursprung bestimmt, die Primordialanlage der Lamina pterygoidea externa. Von einer Lam. pterygoid. interna ist nichts zu erkennen.

Ein Rückblick auf die Keilbeinanlage bei Embryo *Zw* ergiebt feste Verbindung mit dem Occipitalknorpel und dem Gehörknorpel. Der compacte Körper nähert sich der Form des späteren Knochens im Clivus, Dorsum und Sella turcica. Vor der Hypophyse ist das Jugum sphenoidale. Ein Vorsprung weist auf den Proc. clinoideus postic. hin. — Vidi'scher Canal fehlt. Vom Körper geht beiderseits die kleine Flügelanlage ab, beide Wurzeln sind vorhanden, das Foramen opticum gebildet und knorplig überdacht. Unter dem Chiasma n. op. liegt eine halbknorplige Verbindungs-

Digitized by Google

brücke. Die kleine Crista sph. strebt nach vorn und abwärts. — Am grosssen Flügel ist keine ausgesprochene knorplige Grenzwand gegen das Auge hin angelegt; um die Nervenstränge und unter dem Gangl. Gasseri lagert besonders fester Knorpel. Feste Verbindung des Flügels mit dem Körper besteht ebenfalls. Ein kleiner Fortsatz verräth die Lamina externa pteryg. Seitlich geht der Grossflügelknorpel in die erste Anlage der Schuppe über.

Ueber die **Ethmoidalanlage** ist wenig zu sagen. Genau in der Mittellinie zwischen den beiden am tiefsten herabtretenden vorderen Gehirnblasen schiebt sich dieselbe als längliche Knorpelmasse ein; vorn spitz auslaufend rückwärts kolbig angeschwollen, bildet sie nur einen Streifen von der horizontalen Siebbeinplatte, vielleicht die Crista galli; seitlich von ihr entsprossen dem Gehirn Nervenfaserchen mit der Richtung zum hinteren Ende, um dann in der seitlichen Auskleidung der primären Nasenhöhle zu enden. Die eigentliche Lamina cribrosa ist bindegewebig. Rückwärts ist die Crista im Contact mit dem am weitesten vorspringenden Theile des Keilbeines. Unten stützt sie sich auf die knorplige Nasenscheidewand der Nasenhöhle. Die Wände dieser sind glatt.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVI.)

Die Gesammtbeschreibung des Textes ergänze ich durch einige Schnitt- und Constructionsbilder in 15facher Vergrösserung. Die Schnittrichtung bei *Zw* ist bei aufgerichtet gedachtem Kopf annähernd horizontal. Die Schnitte treffen den obersten Theil des Rückenmarkes, gehen unter oder durch die Schädelbasis und durch das Auge. Auch die Stapesanlage wird auf ihnen deutlich. Fig. 6 stammt von *Lo*, 12 mal. Vergr.

Digitized by Google

Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens.

Von

Dr. med. N. Kastschenko,
Privatdocent an der Universität zu Charkow.

(Aus dem anatomischen Institut zu Jena.)

(Hierzu Taf. XVII—XIX.)

I. Einleitung.

Unter dem Schlundspaltengebiet verstehe ich denjenigen Theil des embryonalen Körpers, welcher die wirklichen Schlundspalten oder deren rudimentäre Reste, oder endlich das ihnen Homologe einschliesst. Dieses Gebiet nimmt zuerst fast die ganze vordere Hälfte des Embryo ein, wird aber später mehr und mehr reducirt. Es trägt ursprünglich einen ausausgesprochen metameren Charakter, verliert aber denselben mit der Zeit, indem nur die einzelnen Theile der Schlundspalten oder das ihnen Homologe zur Entwickelung gelangen. Zur Charakterisirung dieses Gebietes dienen jedoch nicht nur gewisse Theile der äusseren Oberfläche und diejenigen des Darmcanales, welche unmittelbar an der Bildung der Schlundspalten Theil nehmen, sondern auch andere wichtige Organensysteme, wie das Gefäss-, das Nervensystem und das merkwürdige System der Schlundspaltenorgane. Ich habe mich bemüht die Entwickelung und zum Theil das spätere Schicksal aller dieser Bestandtheile möglichst genau darzustellen.

Die Embryonen habe ich mit Picrinessigsäure fixirt, nach der Abspülung 70 procentigem Alkohol, und nach der Erhärtung in 96 procentigem Alkohol mit Boraxcarmin gefärbt. Dann folgte die Einbettung in Paraffin und die graphische Isolirung der einzelnen Theile der Embryonen. Betreffs dieser letzten Methode beziehe ich mich auf meine früheren Mittheilungen (siehe Litteraturverzeichniss: 21, 22 und 23; auch vergl. die Erklärung der Abbildungen). Hier will ich nur bemerken, dass ich mit dieser Methode desto mehr zufrieden werde, je mehr ich nach derselben arbeite. Wenn die Ausführung der Definirflächen gelungen ist (das gelingt

Digitized by Google

wenigstens mit neun von zehn diesem Process unterworfenen Objecten), so lässt die Genauigkeit der Isolirungsfigur fast nichts mehr zu wünschen übrig. Fehler sind nur in Folge grober Versehen möglich, weil die Willkürlichkeit in der Ausführung des Bildes ausgeschlossen ist. Ich finde zuweilen an meinen Isolirungsfiguren die einzelnen Organe gar nicht dort, wo ich dieselben gesucht habe. Was die allgemeine Form der Organe betrifft, so kann dieselbe niemals nach der einfachen Untersuchung der successiven Schnitte auch nur annähernd so genau bestimmt werden.

Von jedem Entwickelungsstadium microtomire ich gewöhnlich drei möglichst gleiche Embryonen in drei verschiedenen Richtungen, oder wenigstens in zwei und zwar je nach den Umständen: sagittal und quer, oder sagittal und frontal. Die sagittale Schnittrichtung betrachte ich als unentbehrlich.

Ich gebe in dem Text keine Maasszahlen, weil die Messungen im Falle der Noth an den naturgetreuen Zeichnungen unter der Berücksichtigung der Vergrösserungen ausgeführt werden können.

Ich muss hier bemerken, dass ich auf meine früheren Bezeichnungen: epidermoidale und epitheliale Schlundtaschen (24) verzichtet habe und statt derselben meistens die mehr verbreiteten Bezeichnungen: Schlundfurche und Schlundtasche verwende.

II. Die Schlundspalten.

Bei einem Hühnerembryo vom Ende des zweiten Tages der Bebrütung, welcher schon primäre Augenblasen besitzt und eine schwache ventrale Krümmung des Gehirnes zeigt (Taf. XVII, Figg. 1 und 2), findet man schon deutliche Spuren von drei ersten Schlundfurchen. Die erste von denselben hat keine scharfe Grenze von vorne, und deshalb ist ihre scheinbare Breite auffallend gross. Vor der ersten Schlundfurche bemerkt man doch drei ganz enge und oberflächliche Rinnen, welche parallel zu derselben verlaufen (*Krn*). Diese letzten sind an den beiden Seiten des Hinterhirns ganz symmetrisch gelagert, gehen jedoch ventralwärts nicht so weit, da sie an den Seitenflächen des Kopfes sich allmählich verlieren. Ich bin geneigt diese Rinnen als Spuren der früher (im phylogenetischen Sinne) existirenden Schlundfurchen zu betrachten,[1] wozu mich ihre Beständigkeit und ihre Beziehung zu dem Nerven- und Gefässsystem (s. unten) veranlassen. Wenn diese Vermuthung richtig ist, so müssen wir für die erste Schlundfurche

[1] Während des Druckes dieser Arbeit ist die Abhandlung von C. Gegenbaur (30) erschienen, wo „das Suchen nach Kiementaschen" am stärksten angegriffen wird. Obgleich ich sehr grosse Achtung vor der Autorität dieses Gelehrten habe und die Richtigkeit mehrerer seiner Angriffe vollständig anerkenne, so bin ich doch mit ihm nur so weit einverstanden, als man die Grenze zwischen Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten einerseits und nachgewiesenen Thatsachen andererseits nicht vergessen darf.

Digitized by Google

nicht die ganze vertiefte Grube vor dem zweiten Schlundbogen anerkennen, sondern nur die tiefste Stelle derselben ($_1F$), welche dem erwähnten Schlundbogen am nächsten gelagert und von der ersten rudimentären Furche durch einen kaum bemerkbaren seichten Wulst getrennt ist. Diese Furche reicht ventralwärts bis zu der Verbindungsstelle zwischen den Seitenwandungen des Körpers und dem Amnion. Die zweite Schlundfurche ($_2F$) liegt unmittelbar hinter der noch weit offenen Labyrintheinstülpung, geht aber nicht so weit ventralwärts als die erste. In ihrer Mitte ist diese Furche nicht so scharf ausgeprägt, als an den Enden; dieselbe besteht also aus zwei Abtheilungen: einer dorsalen und einer ventralen. Diese Zweitheilung ist auch an der ersten Schlundfurche zu bemerken, jedoch nicht so deutlich. Auch die dritte, noch ganz oberflächliche und kurze Schlundfurche ist bei diesem Embryo zu sehen. Von den Schlundbogen ist am besten der zweite entwickelt. Der dritte ist noch zu wenig ausgeprägt. Was aber den ersten betrifft, so ist derselbe nur von der ventralen Oberfläche zu bemerken. Am deutlichsten sieht man den Unterkieferfortsatz, welcher nur an der Grenze der Mundbucht deutlich hervortritt, an den Seitentheilen des Kopfes aber sich sehr bald vollständig verliert. Noch weniger deutlich tritt der Oberkieferfortsatz hervor.

Isoliren wir graphisch den Vorderdarm dieses Embryo (Taf. XVII, Figg. 7 und 1), so bemerken wir, dass derselbe aus einem verengten hinteren und einem viel längeren und breiteren vorderen Theil besteht. An den beiden Seiten des letzteren bemerken wir drei Ausbuchtungen, welche den drei oben beschriebenen Schlundfurchen entsprechen und somit die Schlundtaschen ($_1T$, $_2T$ und $_3T$) darstellen. Das Epithel der beiden ersten Schlundtaschen ist schon mit der Epidermis zusammengeklebt, aber nicht in der ganzen Länge der entsprechenden Schlundfurche, sondern nur in je zwei Stellen, welche mit den dorsalen und ventralen Abtheilungen der Schlundfurche zusammenfallen. Die dritte Schlundtasche liegt noch ziemlich weit von der Epidermis.

Hier will ich noch eine interessante Einzelheit erwähnen. Der hintere enge Abschnitt des Vorderdarmes ist in diesem Entwickelungsstadium durch zwei seitliche Ausbuchtungen der Leibeshöhle (Taf. XVII, Fig. 7, *Pa*) bedeckt. Dieselben werden gerade an der Uebergangsstelle der letzteren in die Pericardialhöhle gebildet und erstrecken sich als zwei blinde Taschen von hinten und von der Ventralseite dorsal- und vorwärts. Diese Taschen haben an ihrer dorsalen Oberfläche mehrere kleine Höcker, welche merkwürdiger Weise die zur Zeit noch nicht existirenden hinteren Schlundtaschen simuliren, wenn man diese Taschen zusammen mit dem Vorderdarm isolirt. Genaue Untersuchung schliesst natürlich die Möglichkeit der Verwechselung aus. Ausser den oben erwähnten drei Schlundtaschen finden wir noch mehrere kleine Ausstülpungen an der dorsalen Oberfläche

Digitized by Google

des Schlundes, und zwar vor der ersten Schlundtasche (Fig. 7, *r. T*). Man kann fünf Paar solcher Ausstülpungen zählen, deren Grösse entsprechend ihrer Entfernungen von der ersten Schlundtasche abnimmt. Es ist sehr leicht möglich, dass dieselben die rudimentären Schlundtaschen darstellen. Die vordersten von diesen Ausstülpungen gehören zu der Seessel'schen Tasche, deren Epithel in diesem Entwickelungsstadium mit dem Epithel der Rathke'schen Tasche schon zusammengeklebt ist. Die primitive Mundbucht ist noch durch die Rachenhaut in ihrem Grund geschlossen.

Im Anfang des dritten Tages (Fig. 4) finden wir statt der früheren drei Kopfrinnen nur zwei, und diese sind schon relativ sehr kurz geworden. Die vorderste Kopfrinne ist vollständig verschwunden. An der ersten Schlundfurche ($_1F$) bemerken wir jetzt deutlich zwei Abtheilungen, eine ventrale, welche durch den jetzt mächtiger entwickelten Unterkieferfortsatz stark verengt ist und das Aussehen einer Spalte hat, nnd eine dorsale, welche wie ein Grübchen aussieht. Noch schärfer tritt diese Zweitheilung an der zweiten Schlundfurche hervor, obgleich die ventrale Abtheilung hier noch nicht so scharf begrenzt ist als bei der ersten. Dicht neben den beiden dorsalen Schlundgrübchen und zwar hinterwärts von denselben, bemerken wir je ein zweites ähnliches Grübchen ($_1SO$, $_2SO$). Die letzten stellen die Anlagen der Schlundspaltenorgane dar, deren genaue Beschreibung ich mir in einem besonderen Capitel vorbehalte. Noch weiter hinterwärts bemerken wir schwache Andeutungen der dritten und vierten Schlundfurchen.

Seitens des Schlundes bemerken wir derartige Veränderungen, dass alle drei Schlundtaschen stärker entwickelt sind und die Form dicker bulböser Anschwellungen angenommen haben (Fig. 5). Das Epithel der dritten Tasche ist, ähnlich demselben der beiden ersten, mit der Epidermis verschmolzen. Alle drei Schlundspalten bleiben noch durch die Verschlussplatten vollkommen geschlossen. Die Rachenhaut in dem Grund des primitiven Mundes bleibt auch noch bestehen.

Am Ende des dritten Tages der Bebrütung finden wir schon bedeutende Veränderungen in dem Schlundspaltengebiet (Fig. 6). Von den Kopfrinnen ist schon nichts mehr zu bemerken. Die beiden ersten Schlundfurchen, wie auch ihre Zweitheilung in eine dorsale und ventrale Abtheilung tritt sehr scharf hervor, indem die ersten ($_1L$, $_2L$) wie enge, scharf begrenzte und tiefe Grübchen, die letzten ($_1F$, $_2S$) wie scharfe und enge Rinnen aussehen. Die genaue Untersuchung der successiven Schnitte zeigt dass die obere Abtheilung der ersten und die beiden Abtheilungen der zweiten Schlundfurche durchbrochen sind, also in wirkliche Schlundspalten übergehen (vergl. Fig. 8). Weiter hinterwärts finden wir die dritte Schlundfurche ($_3F$), welche ähnliches Aussehen hat wie die beiden ersten in früheren Entwickelungsstadien und ebenso aus zwei zusammenhängenden Ableitungen

Digitized by Google

besteht. Ausserdem finden wir hinter der dritten noch zwei schwach ausgeprägte Schlundfurchen (Fig. 6, ${}_4F$ und ${}_5F$). Von den Schlundbogen sind in diesem Entwickelungsstadium nur die drei ersten ziemlich stark entwickelt.

Von der Seite des isolirten Schlundes (Taf. XVII, Fig. 8 und Taf. XVIII, Fig. 13) bemerken wir jetzt vier gut entwickelte Schlundtaschen, von denen die zweite und die dritte durch die zwischenliegenden arteriellen Bogen stark zusammengepresst zu sein scheinen. Dem entsprechend haben sie jetzt die Form der relativ engen, senkrecht zu der Längsaxe des Schlundes stehenden hohlen Platten angenommen. Der Mund ist in diesem Entwickelungsstadium schon durchbrochen.

Im Anfange des vierten Tages scheinen die Schlundspalten am mächtigsten entwickelt zu sein, was besonders deutlich bei der Betrachtung des isolirten Schlundes sammt den angrenzenden Theilen der Epidermis, von der dorsalen und von der ventralen Oberfläche hervortritt (Taf. XVIII, Figg. 14 und 11). Wir finden hier seitens der Epidermis sechs Einstülpungen (${}_1F$, ${}_2F$ u. s. w.), welche im Allgemeinen desto weniger entwickelt sind, je weiter sie nach hinten liegen. Diesen sechs Einstülpungen der Epidermis stehen fünf Ausbuchtungen des Schlundes gegenüber, von welchen jedoch nur die vier vorderen in unmittelbarer Verbindung mit den entsprechenden Schlundfurchen stehen. Die fünfte Schlundausbuchtung steht der fünften Epidermiseinstülpung sehr nahe gegenüber, aber weder in diesem Entwickelungsstadium, noch in den späteren tritt sie mit derselben in Verbindung. Die sechste Epidermiseinstülpung hat keine entsprechende Ausbuchtung des Schlundes. In diesem Entwickelungsstadium sind drei vordere Schlundspalten durchbohrt und zwar die erste nur in ihrer oberen Abtheilung, die beiden folgenden in ihren beiden Abtheilungen (was die dritte betrifft vergl. Fig. 9). Die obere Abtheilung jeder Schlundspalte sieht wie ein rundes Loch, die untere wie eine lange Spalte aus. Die beiden Abtheilungen, welche ich als Schlundloch und eigentliche Schlundspalte unterscheiden möchte, sind durch eine epitheliale Brücke von einander getrennt.

Die beiden Taschen jeder Schlundspalte (Schlundfurche und Schlundtasche) sind miteinander nicht mit ihren Spitzen verbunden, sondern legen sich schief aneinander auf solche Weise, dass die innere Tasche (Schlundtasche) immer vorwärts und die äussere (Schlundfurche) hinterwärts gelagert ist (Fig. 14). Die Ebene der Verschlussplatte liegt also nicht sagittal, sondern senkrecht zu der Längsaxe des Schlundes, oder etwas schief von innen und hinten lateral und vorwärts. Wenn der Durchbruch derselben

Digitized by Google

schlussplatte bei der Betrachtung der Schlundspalte von aussen hinterwärts von derselben liegen. Die eigentlichen Schlundspalten gehen auch zum Theil an die Bauchseite über, niemals aber fliessen die gegenseitigen Bauchenden von zwei entsprechenden (rechten und linken) Schlundspalten zusammen. Dagegen stehen die ventralen Enden der zweiten und der dritten Schlundspalte einige Zeit lang im Anfange des vierten Tages unter einander im Verbindung.

Wie aus dem oben Gesagten folgt, kann ich die Existenz der ersten eigentlichen Schlundspalte nicht anerkennen. Die untere Abtheilung der ersten Schlundfurche wird durch die wachsenden ersten und zweiten Schlundbogen zusammengepresst, und somit wird ihre Epidermisbekleidung in eine senkrecht stehende lumenlose epitheliale Platte umgeformt. Von dem Epithel der ersten Schlundtasche wird dieselbe losgetrennt und der Abstand zwischen den beiden wird immer grösser, indem der ventrale Theil der Schlundtasche immer mehr abgeflacht wird. Dagegen bin ich vollständig sicher in der Existenz des ersten Schlundloches.

Der oben beschriebene Stand der Schlundspalten stellt das Maximum ihrer Entwickelung dar. Die vierte Schlundfurche wird in keiner von ihren beiden Abtheilungen, in welche sie anfänglich gleich den drei vorderen Schlundfurchen zerfällt, durchbohrt, also geht sie niemals in eine wirkliche Schlundspalte über, sondern bleibt immer durch die Verschlussplatte geschlossen. Was zwei hintere schlundfurchenähnliche Einbuchtungen der Epidermis betrifft, so schwinden dieselben schon im Laufe des vierten Tages, ohne irgend welche bemerkbaren Reste bestehen zu lassen (vergl. Taf. XVIII, Fig. 9).

Die drei vorderen Schlundspalten schliessen sich sehr bald wieder und zwar in derselben Reihenfolge wie sie gebildet worden sind. Am Ende des vierten Tages finden wir das erste Schlundloch schon wieder geschlossen und die zweite Schlundspalte durch die angrenzenden Schlundbogen stark zusammengepresst und in eine mit kaum verfolgbarem Lumen versehene Platte verwandelt (Fig. 10, $_2S$). Die Oeffnungen der dritten Schlundspalte schwinden im Laufe des fünften Tages. Der secundäre Verschluss der Schlundspalten erfolgt aber nicht in derselben sagittalen Ebene, wo dieselben durchbrochen worden sind, sondern mehr nach aussen (lateralwärts), wobei ein Theil der epithelialen Bekleidung der Schlundfurche in das Lumen der entsprechenden Schlundtasche hineingezogen wird. Die Ursache dieser Erscheinung liegt augenscheinlich in dem starken Auswuchs der Schlundbogen, wodurch die Schlundspalten zuerst zusammengepresst, dann in lumenlose Platten und endlich in lange epitheliale Stränge umgewandelt werden. Während des secundären Verschlusses der Schlundspalten gelangen die Schlundspaltenorgane in das Innere und bleiben mit den Schlundtaschen

Digitized by Google

in Verbindung. Die Einzelheiten dieser höchst interessanten Erscheinung werden in dem entsprechenden Capitel beschrieben.

Hier will ich noch wenige Worte über die im vorderen Theile des primitiven Schlundes gelegene Ausbachtungen, welche ich oben als vermuthliche Reste der verschwundenen Schlundtaschen dargestellt habe, mittheilen. Dieselben werden mit der Zeit weniger bemerkbar und zwar schwinden sie in derselben Reihenfolge, in welcher überhaupt die Bildung und die Rückbildung der Schlundspalten vor sich geht, d. h. von vorne nach hinten. Im Anfange des vierten Tages können wir deutlich nur drei hintere Ausstülpungen unterscheiden (Fig. 14, *r T*) am Ende desselben Tages nur eine hinterste. Diese letzte Ausbuchtung scheint jetzt an ihrer ventralen Seite in den Winkel zwischen dem Oberkiefer und dem Unterkiefer überzugehen. Die Seessel'sche Tasche, welche als die Stelle der verschwundenen vordersten Schlundausstülpung zu betrachten ist, fliesst während des vierten Tages der Bebrütung mit der Rathke'schen Tasche zusammen, obgleich die Grenze zwischen den beiden bei der Betrachtung von dorsaler Seite in Form einer oberflächlichen Rinne noch zu bemerken ist.

Betreffs der Schlundbogen bemerke ich, dass dieselben am Ende des vierten Tages am mächtigsten entwickelt sind (Fig. 9). Die Zahl derselben ist auf vier beschränkt. Dabei ziehe ich die rudimentären hinteren, sehr schwach entwickelten bogenähnlichen Leisten nicht in Betracht, welche nur sehr kurze Zeit existiren und nur in phylogenetischem Sinne vielleicht als äussere Oberfläche der hinteren rudimentären Schlundbogen betrachtet werden können. Auch von diesen vier Bogen treten nur die drei ersten als mächtig entwickelte bogenförmige Gebilde hervor. Der vierte dagegen wird niemals ventralwärts abgegrenzt und ist deshalb nie ein vollständiger Bogen.

Wenn wir jetzt die Frage nach der Zahl der Schlundspalten stellen wollen, so findet die Beantwortung derselben noch viel grössere Schwierigkeiten, weil hier Alles von der Vorstellung abhängt, welche man mit dem Worte „Schlundspalte" verbindet. Wir haben schon gesehen, dass beim Hühnchen eigentlich nur zwei echte, d. h. vollkommen durchbrochene Schlundspalten existiren (zweite und dritte). Die erste ist nur in einem Punkte durchbrochen, die vierte gar nicht. Es giebt noch ausserdem wie vor der sogenannten ersten, so auch hinter der vierten Schlundspalte mehrere.

Digitized by Google

weil auch diese sehr charakteristischen Beziehungen zwischen den Schlundbogen und Schlundspalten einerseits und Gefäss- und Nervensystem andererseits ganz allmählich schwinden, entsprechend der Entfernung aller dieser Gebilde von der Mitte des Schlundes nach beiden Richtungen: vor- und hinterwärts. Die oben gestellte Frage kann natürlich nur auf dem vergleichend morphologischen Wege sicher entschieden werden. Deshalb will ich die positive Entscheidung derselben nicht behaupten. Betrachte jedoch dieselben als sehr wahrscheinlich, wozu mich hauptsächlich die Regelmässigkeit der Existenz und die Successivität in der Bildung und der Rückbildung dieser schlundspaltenähnlichen Anlagen, welche mit derjenigen der Schlundspalten selbst vollständig übereinstimmt, veranlasst. In der That entwickeln sich zuerst diejenigen schlundspaltenähnlichen Anlagen, welche vor den echten Schlundspalten ihren Platz finden, dann folgen die letzten, und nach denselben kommen die hinteren schlundspaltenähnlichen Anlagen zum Vorschein. Auch in der Rückbildung bemerken wir im Wesentlichen dieselbe Reihenfolge (das frühzeitige Schwinden der hinteren vermuthlichen rudimentären Schlundfurchen kann kaum als ein wesentlicher Widerspruch dagegen angenommen werden).

Was die Frage über den Durchbruch der Verschlussplatten und somit über die Existenz der wirklichen Spalten beim Hühnchen betrifft, so bin ich im Stande, diese Existenz ganz bestimmt zu behaupten. Es thut mir wirklich sehr leid, mich in dieser Frage mit W. His und vielen anderen Forschern, welche seine auch neuerdings von ihm behauptete (18) Meinung über den fortwährenden Verschluss der Schlundspalten bei den höheren Wirbelthieren angenommen haben, in Widerspruch setzen zu müssen. Die Sache habe ich jedoch sehr aufmerksam verfolgt und kann nicht diese offenbare Thatsache leugnen. Die Erklärung von His, dass der Durchbruch nur künstlich in Folge der unvorsichtigen Behandlung des Embryo hervorgerufen wird, kann ich keineswegs annehmen. Warum sollen gerade die Verschlussplatten zerrissen werden bei einem Embryo, welcher sonst keine Spuren von Verletzungen trägt, und dabei noch in einer so regelmässigen Successivität? Uebrigens haben wir in der weiter unten beschriebenen Hineinziehung der Schlundspaltenorgane in das Innere der Schlundtaschen einen positiven Beweis der Existenz der wirklicben Schlundspalten beim Hühnchen.

III. Die erste Anlage der Lungen und der Gl. thyreoidea.

Am Ende des zweiten Tages finden wir bei dem Hühnerembryo an den beiden Seiten des Vorderdarmes zwei symmetrische laterale Ausbuchtungen, welche fast ebenso lang sind, als der Vorderdarm selbst (Taf. XVII,

Digitized by Google

Fig. 7, *r. Sl*). Diese Ausbuchtungen des Vorderdarmes, welche ich als respiratorische Schläuche bezeichnen möchte, werden in ihrem mittleren Theile segmentirt und somit zur Bildung der Schlundtaschen verbraucht, weiter vorwärts fliessen dieselben zusammen und stellen einen unpaarigen Schlauch — Seessel'sche Tasche (*ST*) dar. Hinterwärts werden sie allmählich abgeflacht und verlieren sich an den beiden Seiten des Vorderdarmes neben der vorderen Darmpforte. Im Anfang des dritten Tages werden die hinteren Enden der respiratorischen Schläuche hinterwärts deutlicher begrenzt und mehr ventralwärts verschoben (Taf. XVIII, Fig. 12). Am Ende des dritten Tages (Fig. 13) erscheinen dieselben an der ventralen Seite des Vorderdarmes, welcher jetzt viel weiter hinterwärts verlängert ist, und stellen zwei kleine, symmetrische blinde Taschen dar (*Lg*). Jetzt wird die Längsaxe des Vorderdarmes durch die Längsaxe der respiratorischen Schläuche, welche bogenförmig gekrümmt ist, unter einem scharfen Winkel gekreuzt. Diese zwei taschenförmigen hinteren Enden der respiratorischen Schläuche stellen jetzt die Lungenanlagen dar. Später wird die Lungenanlage von hinten nach vorn nach und nach von dem Vorderdarm abgeschnürt und somit kommen die Trachea und der Larynx zum Vorschein. Die ventrale Oberfläche dieser letzten Gebilde kann jedoch noch viel früher vor ihrer Abschnürung von dem Schlund unterschieden werden. Im Anfange des dritten Tages findet man die ventrale Oberfläche des Vorderdarmes in der Ebene der zweiten Schlundtasche stark hervorgewölbt. Diese unpaare und diffuse Ausstülpung (Fig. 12, *Lr*) geht hinterwärts in eine engere rinnenförmige Ausstülpung (Lungenleiste von Kölliker? 15) über, welche sich bis zu den hinteren Enden der respiratorischen Schläuche fortsetzt und hier sich allmählich verliert (*Tr*). Die erste stellt die ventrale Oberfläche des künftigen Larynx, die letzte dieselbe der Trachea dar. Am Ende des dritten Tages wird die Larynxausstülpung etwas hinterwärts verschoben und tritt viel deutlicher hervor (Fig. 13). In diesem Entwickelungsstadium können wir schon alle drei Bestandtheile der Lungenanlage (Larynx, Trachea und eigentliche Lungen) unterscheiden, wenigstens die ventrale Oberfläche derselben, weil sie noch fast in ihrem ganzen Verlaufe mit dem Darmrohr dorsalwärts verbunden ist. Während der späteren Abschnürung der Lungenanlage vom Darmrohr wird die das letztere durchkreuzende Theilstrecke der respiratorischen Schläuche nicht quergeschnitten, sondern weiter ventral- und vorwärts verschoben und zu der Bildung der Seitenwandungen des Larynx und der Trachea gebraucht. Die Schlund-

Digitized by Google

davon ab, dass die erste nur aus den hinteren Enden der respiratorischen Schläuche gebildet wird, da an der Bildung der Larynx- und Tracheaanlagen auch die ventrale Fläche des Vorderdarmes theilnimmt. Man darf auch nicht vergessen, dass es zwischen der Larynx- und Tracheaanlage einen wesentlichen Unterschied giebt. Die erste wird wenigstens in ihrem grössten Theile in der Gegend der hinteren Schlundspalten gebildet. Dabei betheiligen sich in ihrer Bildung nur die zwischen den Schlundspalten gelegenen Theile, da die Schlundspalten selbst zum Theil in andere Organe übergehen, zum Theil zu Grunde gehen. Dagegen wird die Trachea in der Gegend der unsegmentirten respiratorischen Schläuche gebildet und die letzten werden vollständig in sie einverleibt.

Im Anfange des vierten Tages (Figg. 11 und 14) ist schon kein Zweifel über die Bedeutung der beschriebenen Bildungen möglich. Jetzt sind die beiden symmetrischen Lungentaschen beträchtlich ausgewachsen und jede von denselben besteht aus einer Röhre (Bronchienanlage) und einer bulbösen Anschwellung an dem Ende (primäre Lungenblase). Larynx und Trachea stehen noch mit dem Darmrohr in Verbindung.

Ich schliesse mich also in dieser Frage mehr denjenigen Forschern an, welche der Lunge paarige Herkunft zuschreiben (Baer 10, His 17). Von vielen Forschern, welche die Lunge unpaarig sich entwickeln lassen wollen, kann ich am besten die Arbeit von Seessel (2) beurtheilen, weil dieselbe mit Reconstructionsbildern versehen ist. Wenn ich die Zeichnungen dieses Forschers mit meinen entsprechenden vergleiche (vergl. seine Figg. 1, 2 und 3 auf der Taf. XXI mit meinen Figg. 12, 13 und 11 oder 10 auf der Taf. XVIII), so komme ich zu der Ueberzeugung, dass er überall als unpaarige Lungenanlage meine Larynxanlage bezeichnet. In seinen Figg. 1 und 2, Taf. XX ist neben seiner Anlage der Lunge (mein Larynx) auch die wirkliche Lungenanlage mit Punkten gezeichnet, aber über die Bedeutung dieses Organes spricht der Verfasser nichts. Die Verwechselung mit den paarigen Leberanlagen ist in diesem Entwickelungsstadium unmöglich, weil dieselben am Ende des dritten Tages schon sehr wohl entwickelt sind, weit hinterwärts liegen und ganz andere Richtung haben (vor- und ventralwärts, indem die Lungenanlage hinter- und ventralwärts gerichtet ist). Besonders wichtig ist der Vergleich meiner Fig. 13, Taf. XVIII mit der Fig. 2 Taf. XX und Fig. 2, Taf. XXI von Seessel. Alle drei Zeichnungen gehören dem Ende des dritten Tages an. Dabei muss man bemerken, dass die Altersbestimmungen der Embryonen bei uns ziemlich gleich ist.

Ueber die Entwickelungsgeschichte der Gl. thyreoidea habe ich nicht viel Neues mitzutheilen; diese Frage berühre ich hauptsächlich wegen ihrer indirecten Beziehung zu den Schlundspalten. So glaubt z. B. Dohrn (4), dass diese Drüse aus den verschmolzenen ventralen Enden einer Schlund-

Digitized by Google

spalte hervorgehe, welche zwischen der ersten und der zweiten früher existirt haben, aber später atrophirt sein soll. Die Existenz dieser Schlundspalte, welche seitens mehrerer Forscher angedeutet wird, ist noch in anderen Beziehungen von grossem Interesse, wie z. B. in der Frage über die Phylogenie des Gehörganges. Deshalb habe ich auf die eventuellen Spuren derselben besonderes Augenmerk gerichtet. In dieser Beziehung finde ich Folgendes. Bei den Embryonen vom Ende des zweiten Tages bis Mitte des dritten befindet sich an der dorsalen Oberfläche des Schlundes hinter der ersten Schlundtasche noch eine, jedoch sehr kleine, Ausstülpung (Taf. XVII, Figg. 7 und 5, *i T*). Auch an der ventralen Oberfläche des Schlundes findet man an der entsprechenden Stelle eine mehr verlängerte Ausstülpung, welche parallel der beiden ersten Schlundtaschen verläuft (Taf. XVII, Fig. 1 und Taf. XVIII, Fig. 12 *i T*). An dem Gefäss- und Nervensystem habe ich nichts gefunden, was in Beziehung zu diesen vermuthlichen Resten der verschwundenen Schlundtasche gebracht werden könnte (unabgesehen natürlich von der Labyrintheinstülpung und dem N. acusticus). Später schwinden wie die dorsalen, so auch die ventralen Ausstülpungen und gerade um diese Zeit (in der Mitte des dritten Tages) macht sich die Thyreoidealausstülpung bemerkbar. Ob dieselbe in Folge der Verschmelzung der beiden eben besprochenen ventralen Ausstülpungen entsteht, das vermag ich nicht zu entscheiden. Sicher ist es nur, dass die Querebene dieser beiden Gebilde sehr genau zusammenfällt, weil die Thyreoidealausstülpung zuerst zwischen den ersten und der zweiten Schlundtasche erscheint, nicht in der Ebene der letzten, wie de Meuron (9) behauptet.

Nach Seessel (2) soll die Thyreoidealanlage schon am Ende des zweiten Tages erscheinen. Ich glaube jedoch, dass diese Behauptung nur die Folge eines Irrthums ist, und die Ursache des letzteren finde ich in Folgendem. Am Ende des zweiten und im Anfange des dritten Tages bemerkt man an der ventralen Oberfläche des embryonalen Schlundes vor der ersten Schlundtasche eine unpaare, scharf begrenzte Ausstülpung (Taf. XVIII, Fig. 12, *i M*), welche der primitiven Mundbucht gegenübersteht, aber etwas hinterwärts gelegen ist. Diese Ausbuchtung, welche als innere Mundbucht bezeichnet werden kann, ist von der äusseren Mundbucht nur durch die epitheliale Rachenhaut getrennt. Nach dem Schwinden der letzteren schmelzen die beiden gegenüberliegenden Ausbuchtungen zusammen. Gerade diese innere Mundbucht ist bei Seessel auf der Fig. 1 Taf. XXI als Schilddrüsenanlage bezeichnet, was aus dem Vergleich der eben erwähnten Zeichnung mit meiner entsprechenden Fig. 12 ganz klar hervortritt.

Ueber das spätere Schicksal der Thyreoidealanlage ist schon so viel geschrieben, und alle Beschreibungen stimmen, wenigstens im Wesentlichen,

Digitized by Google

so vollkommen überein, dass ich es für überflüssig finde, noch einmal die allgemein bekannten Thatsachen zu wiederholen und beziehe mich besonders auf die Arbeit von W. Müller (25), mit welcher meine Angaben im Wesentlichen vollständig übereinstimmen (vergl. auch meine Zeichnungen Figg. 13, 10, 11, 23 und 24). Ich muss nur eine Bemerkung beifügen, dass diese sogenannte mediane Thyreoidealanlage bei meinen Hühnchen bis acht Tagen der Bebrütung die einzige Thyreoidealanlage ist. Die hinter der vierten Schlundtasche gelegene paarige Ausstülpung des respiratorischen Schlauches (Taf. XVIII, Figg. 11 und 14, ${}_5T$), welche nach de Meuron (9) sich trennen und die laterale Thyreoideaanlage bilden soll, bleibt bei allen meinen Hühnchen immer mit der vierten Schlundtasche in Verbindung und theilt das weitere Schicksal derselben.

Wesentlich abweichend von anderen Forschern beschreibt die Bildung der lateralen Thyreoideaanlage Fr. P. Mall (29). Nach diesem Forscher entsteht dieselbe aus demjenigen Gebilde, welches gewöhnlich als embryonale Thymus des Hühnchens beschrieben wird. Der untere knollige Theil desselben soll am Ende des zehnten Tages dieselbe Structur wie die mediane Thyreoideaanlage zeigen und nach 14 Tagen sich mit der letzten zur bleibenden Thyreoidea vereinigen. Nach der Darstellung von P. Mall soll die laterale Thyreoideaanlage zum Theil aus der dritten Schlundtasche, zum Theil aus der vierten und fünften Schlundtasche (die letzte bezeichnet er als Fossa subbranchialis) gebildet werden. Diese Angaben kann ich weder bestätigen noch widerlegen, weil ich keine älteren Hühnchen als von acht Tagen der Bebrütung untersucht habe. Ich muss aber jedenfalls diese Möglichkeit anerkennen, destomehr als ich bei meinen ältesten Embryonen die oben erwähnten Bildungen mit der medianen Thyreoideaanlage fest zusammenhängend finde, worauf auch P. Mall aufmerksam macht. (Vergl. das Capitel über die Entwickelung der Thymus.)

IV. Das Nervensystem des Schlundspaltengebietes.

Bei einem Embryo vom Ende des zweiten Tages finden wir in der Kopfgegend mehrere von der dorsalen Oberfläche des Hinterhirns ausgehende Zellenstränge, welche jedoch zu drei getrennten Gruppen verbunden sind (Taf. XVII, Fig. 3). Die letzten müssen augenscheinlich als Anlagen des Trigeminus, des Acustico-Facialis und des Glosso-pharyngeo-Vagus betrachtet werden. Aus dem aber, was uns jetzt über die Entwickelung des peripherischen Nervensystems bekannt ist, auch zum Theil aus dem, was ich über das weitere Schicksal dieser Zellengruppe weiter unten mittheile, glaube ich dass dieselbe keinesfalls als Anlagen der Nervenstämme selbst, sondern als

Digitized by Google

diejenige des Gangliensystems der entsprechenden Nerven angesehen werden müssen. Die aus den Nervenfasern bestehenden Stämme erscheinen später zum Theil als verbindende Leisten zwischen den sich theilenden Ganglienanlagen, zum Theil als freie Auswüchse von denselben.

Von den drei obenerwähnten Zellengruppen nimmt den grössten Raum in der Längsaxe des Körpers die vorderste ein, deren Lage dem Zwischenraum zwischen der ersten Schlundtasche und dem vordersten Ende der Seessel'schen Tasche entspricht. Diese Gruppe (Fig. 3, *G. Tr*) besteht aus mehreren, dorsal- und medianwärts verbundenen, aber ventral- und lateralwärts getrennten, relativ schmalen und verschieden langen Zellensträngen, deren Verlauf ventral und etwas vorwärts gerichtet ist. Ich konnte acht bis zehn einzelne Stränge zählen, muss aber bemerken, dass die Zahl derselben ganz sicher nicht festgestellt werden kann, weil sie zum Theil sich kreuzen und nicht überall scharf von einander getrennt sind. Ich konnte die Verbindung der drei längsten von diesen Zellensträngen mit der Epidermis der oben erwähnten Kopfrinnen feststellen und zwar in der Nähe der dorsalen Enden derselben. Es scheint aber, dass auch mehrere andere Zellenstränge in derselben Beziehung zu der Epidermis stehen.

Die Ganglienanlage des Acustico-Facialis (*G. A F*) stellt einen mehr compacten Zellenstrang dar, welcher fast vollständig quer zu der Längsaxe des Körpers ventralwärts verläuft. Derselbe steht an seiner Basis mit dem Epithel der vorderen Seite der Labyrintheinstülpung und an seinem ventralen Ende mit der Epidermis in der Nähe der ersten Schlundfurche und zwar etwas hinterwärts von dem dorsalen Ende derselben in Verbindung.

Die dritte Gruppe, welche die Anlage des Gangliensystems des Glossopharyngeo-Vagus (*G. Gl V*) darstellt, besteht aus einem relativ langen und compacten Zellenstrang, dessen Verlauf ventral und hinterwärts gerichtet ist. An der Basis desselben, wie vor- so auch hinterwärts, finde ich noch einige ganz kleine und kurze Zellensträngchen, welche in den späteren Entwickelungsstadien nicht wieder gefunden werden können. Sie stellen wahrscheinlich die Reste der ursprünglichen Nervenleiste dar. An seinem distalen Ende bildet der Zellenstrang des Glosso-pharyngeo-Vagus eine um-

Digitized by Google

Vagus finden wir in diesen Entwickelungsstadien an der dorsalen Oberfläche des Medullarrohres, wenigstens an der bedeutenden Theilstrecke in der Nähe des letztbeschriebenen Zellstranges keine Spuren von irgend welchen ähnlichen Gebilden.

Im Anfange des dritten Tages bemerken wir in der Ganglienanlage des Trigeminus schon bedeutende Veränderungen (Fig. 5). Die meisten von den ursprünglichen Zellensträngen sind verschwunden. An Stelle derselben finden wir jetzt nur drei bedeutend kräftigere Ganglienstränge, welche immer noch aus Zellen bestehen und an ihrer Basis untereinander verbunden sind. Bei diesem Embryo konnte ich noch deutlicher als im vorhergegangenen Entwickelungsstadium den Zusammenhang der beiden hinteren Stränge mit den beiden hinteren Kopfrinnen und die Verdickung der Epidermis an den entsprechenden Stellen nachweisen. Die dritte Kopfrinne ist, wie es schon oben erwähnt wurde, in diesem Entwickelungsstadium schon verschwunden und der entsprechende Ganglienzellenstrang zeigt schon keine Beziehung mehr zu der Epidermis. Er ist grösser und länger geworden, erstreckt sich in der Richtung zu den Augen und scheint durch Theilung kleinere Zellengruppen abzugeben. Die Ganglienanlage des Acustico-Facialis ist auch mehr entwickelt und besteht aus zwei nicht scharf getrennten Abtheilungen: Ganglion acusticum und Ganglion geniculi. Das letzte Ganglion theilt sich in der Nähe seines ventralen Endes wieder in zwei Aeste, von welchen nur der vordere in Verbindung mit der Epidermis steht. Von dieser Zweitheilung ist in späteren Entwickelungsstadien nichts mehr nachzuweisen und es ist sehr interessant, diese Thatsache mit den Beobachtungen von Froriep (28) an Selachierembryonen, bei welchen das Facialisganglion viel umfangreicher ist u_d aus vier unvollkommen getrennten Abtheilungen besteht, zu vergleichen. Die obenerwähnten zwei Theile des embryonalen Ganglion geniculi des Hühnchens entsprechen übrigens ihrer Lage nach nur den beiden hinteren Abtheilungen der Selachierembryonen. In der Ganglienanlage des Glosso-pharyngeo-Vagus finden wir in diesem Entwickelungsstadium noch keinen bedeutenden Unterschied von dem früheren, nur sind die kleinen Zellensträngchen an der Basis desselben verschwunden.

Am Ende des dritten Tages (Fig. 8) finden wir die ersten Spuren der Nervenfaserbildung. Dieselbe fängt an der Verbindungsstelle der Ganglienanlagen mit dem Hinterhirn an und schreitet dann nach und nach ventralwärts fort. Damit verlieren die Ganglienanlagen die unmittelbare Berührung mit dem Hinterhirn und bleiben mit demselben nur noch durch die Nervenfaserstränge in Verbindung. Auch an manchen Stellen scheinen die Ganglienanlagen sich zu theilen, indem die einzelnen Theile nur mittels

Digitized by Google

der Nervenfaserbündel unter einander in Verbindung bleiben. Die Ganglienanlage des Trigeminus besteht jetzt aus zwei verbundenen Theilen: Portio mandibularis und Portio ophthalmica. Die erste (hintere) Portion entsteht wahrscheinlich aus der Verschmelzung der dorsalen Theile der beiden hinteren Zellenstränge des vorhergehenden Stadiums, weil wir auch jetzt die Reste dieser Stränge finden, aber bedeutend verschmälert. Nur der hinterste von denselben steht noch mit der Epidermis im Zusammenhang. Der vordere dagegen kann nicht mehr bis zur Epidermis verfolgt werden, obgleich gerade gegenüber diesem Strang eine bedeutende Verdickung der Epidermis sich befindet. (Dieselbe ist an der Fig. 8 ohne Bezeichnung dargestellt.) Von den beiden Kieferästen des Trigeminus finden wir noch nichts, obgleich von dem vorderen Theile des Ganglion (P. ophthalmica) schon einige Faserstränge abgehen.

Dass an frühesten Stadien an Stelle des Trigeminussystems mehrere Zellenstränge existiren, ist von besonderem Interesse für diese Arbeit, obgleich diese Thatsache mit dem, was bis jetzt über die Entwickelung des Trigeminus bekannt ist, in scheinbarem Widerspruch steht. Man erwähnt gewöhnlich nur zwei Ganglienabtheilungen, die oben beschriebenen zwei Portionen, welche nach meinen Untersuchungen erst später, vielleicht in Folge der Zusammenschmelzung aus mehreren ursprünglichen Zellensträngen, zum Vorschein kommen; obgleich alle Forscher von einer ausserordentlichen Breite der Trigeminusanlage sprechen. Man kann natürlich sagen, dass die oben beschriebenen Zellenstränge nichts anderes, als Reste der Nervenleiste darstellen. welche später atrophiren, aber damit wird die wahrscheinliche phylogenetische Bedeutung jener Zellenstränge nicht widerlegt. Wenn dieselben am Ende des zweiten Tages, wo sie am zahlreichsten sind, nicht sicher gezählt werden können, so tritt im Anfange des dritten Tages die Zahl drei schon ganz deutlich hervor. Natürlich müssen diese drei Abtheilungen der Ganglienanlage keinesfalls mit den drei Nervenstämmen des N. trigeminus verwechselt werden.

Das Ganglion geniculi tritt jetzt noch deutlicher als früher hervor. Die Gangliensysteme des Glossopharyngeus und des Vagus sind schon getrennt. An dem ersten unterscheiden wir jetzt das dorsale Ganglion glossopharyngei und das ventrale Ganglion petrosum, welche durch Nervenfaserbündel verbunden sind. Das letzte Ganglion steht mit der Epidermis hinter der zweiten Schlundspalte in Verbindung. Dem entsprechend unterscheiden wir auch an dem Vagussystem das dorsale Ganglion vagi, welches aus sehr

Digitized by Google

Epidermis hinter der dritten Schlundfurche in Verbindung steht. Das letzte Ganglion zeigt jetzt dieselben Eigenschaften, welche früher das ventrale Ende der allgemeinen Ganglienanlage des Glossopharyngeo-Vagus darstellte, d. h. an seinem hinteren Ende ist es zugespitzt und verliert sich in der Gegend der hintersten Schlundfurchen.[1] Es ist kaum nothwendig beizufügen, dass die Verbindungsstellen des Gl. geniculi, Gl. petrosum und Gl. nodosum mit der Epidermis die Schlundspaltenorgane darstellen.

In diesem Entwickelungsstadium finden wir in der Nähe der Schlundspaltengegend und zwar hinter- und ventralwärts von derselben noch einen ausschliesslich aus Nervenfasern bestehenden Strang (Fig. 8, *Hgl*), welcher in der von Froriep (8) sogenannten Schulterzungenleiste gelegen ist (vergl. Fig. 6, *Szl*) und nichts anderes als die erste Andeutung des Hypoglossus darstellt. Weiter nach hinten biegt er sich bogenförmig dorsalwärts und zerfällt zu gleicher Zeit in mehrere kleinere Faserbündel, welche bald dem Auge des Beobachters entschwinden, ohne (dem Anschein wenigstens nach) das Medullarrohr zu erreichen. Diese Thatsache, dass die mittlere Theilstrecke des Hypoglossus schon in früheren Stadien deutlich hervortritt, indem das periphere und das centrale Ende desselben nur während der späteren Entwickelung zum Vorschein kommt, habe ich auch bei den Säugethiereembryonen beobachtet und will hier besonders auf diese Thatsache aufmerksam machen, obgleich ich mich vorläufig jeder Schlussfolgerung enthalte. Es ist möglich, wie es Froriep (8) annimmt, dass der Hypoglossus aus mehreren zusammengeschmolzenen vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven, deren hintere Wurzeln atrophieren sollen, gebildet wird. In diesem Falle können wir die eben besprochene Thatsache damit erklären, dass die dorsalen Enden der schmalen vereinzelten Wurzeln zur Zeit nicht gesehen werden können, wenn ihr allgemein dickes peripheres Ende schon deutlich zu bemerken ist.

Am Ende des vierten Tages (Taf. XVIII, Fig. 10) sehen wir schon nicht nur die Wurzeln, sondern auch alle Hauptstämme der Kopfnerven zum Vorschein kommen. Alle drei Hauptstämme des Trigeminus treten sehr deutlich hervor, ebenso der Stamm des Facialis (Ramus hyoideus der Selachier). Der Stamm des Glossopharyngeus fängt erst sich zu entwickeln

[1] Das spätere Erscheinen des N. vagus scheint aus theoretischen Gründen (besonders aus dem Vergleich mit der Entwickelungsgeschichte desselben bei Selachiern) wenig wahrscheinlich zu sein. Man konnte vermuthen, dass derselbe schon wenigstens bei dem Embryo Fig. 5 als breite Fortsetzung der Glosso-pharyngeus Anlage hinterwärts existiren sollte. Trotz aller Mühe gelang es mir jedoch nicht, denselben nachzuweisen. Zur sicheren Entscheidung dieser Frage müsste ich die Entwickelung der Kopfnerven im Zusammenhang mit den Spinalnerven studiren, was ich leider aus Mangel an Zeit nicht machen konnte (Marshall [12] bildet N. vagus auch nur in einem relativ späteren Entwickelungsstadium ab).

Digitized by Google

an. Der Stamm des Vagus ist schon zu bemerken als ein relativ sehr schmaler Nervenfaserstrang (*V*), welcher von dem ventralen (bez. hinteren) Ende des Ganglion nodosum ausgeht und in einer kurzen Theilstrecke ventral- und hinterwärts bis zu der entsprechenden Lungenanlage sich verfolgen lässt. Erst später wird dieser Strang weiter entwickelt. Derselbe darf keinesfalls mit dem schon oben beschriebenen spitzigen hinteren Vorsprung des Ganglion nodosum, welcher hinter der vierten und medianwärts von den zwei letzten Schlundfuachen in dem vorhergehenden Entwickelungsstadium gelagert war, verwechselt werden. Den letzteren finden wir auch jetzt. Er liegt hinter der letzten von den jetzt sichtbaren Schlundfurchen (also vierten) und ist hakenförmig vorwärts gekrümmt (Fig. 15, *Pr. s. u.*). Um die Bedeutung dieses Vorsprunges zu verstehen, wenden wir uns zu den Verbindungsstellen zwischen den Schlundspaltenorganen und den entsprechenden Ganglien. Zuerst ist an diesen Stellen jedes Ganglion unmittelbar mit der Epidermis verbunden. Später aber entsteht von jedem Ganglion ein Zellenvorsprung, welcher denselben mit dem entsprechenden Schlundspaltenorgan verbindet, indem das Ganglion selbst nach und nach in die Tiefe gelangt. Diese Vorsprünge, welche ich als Processus sensorii bezeichnen möchte, bestehen ursprünglich aus denselben indifferenten Zellen, wie die Ganglien selbst. Die Zellen, aus welchen sie bestehen, behalten ihren indifferenten Charakter auch dann, wenn die Zellen der entsprechenden Ganglien durch ihre relative Grösse, abgerundete Gestalt und das blasenförmige Aussehen der Kerne ihre nervöse Natur schon erkennen lassen. An dem Ganglion Gasseri kommen diese Vorsprünge, wegen des frühzeitigen Verschwindens der Verbindung mit der Epidermis nicht zur Entwickelung, wenn nicht etwa die peripheren Enden der oben beschriebenen Ganglienzellenstränge für solche Processi sensorii gehalten werden müssen. An dem Ganglion geniculi und Ganglion petrosum finden wir je einen Processus sensorius, an dem Ganglion nodosum dagegen drei (Fig. 15), von denen der vorderste mit dem dritten Schlundspaltenorgan verbunden ist, der mittlere mit dem vierten, und der hintere, welcher zu gleicher Zeit der stärkste ist, stellt den oben erwähnten hinteren Vorsprung des Ganglion nodosum dar. Obgleich ich den Zusammenhang dieses Vorsprunges mit der Epidermis nicht beobachtet habe, nehme ich doch denselben ohne Schwankung für den Processus sensorius ultimus communis an, welcher für die hinteren nicht zur Entwickelung gelangenden Schlundspalten bestimmt ist. Dazu veranlassen mich seine Lage und sein späteres Schicksal. Ich glaube, dass dieser Vorsprung niemals eine nervöse Structur bekommt, weil ich denselben auch bei den 6 tägigen Embryonen, ebenso als alle übrige Processi sensorii, immer noch aus indifferenten Zellen bestehend finde, obgleich der Unterschied in der Structur zwischen den Processi sensorii und

Digitized by Google

den entsprechenden Ganglien schon im Anfange des fünften Tages ganz deutlich hervortritt. Bei einem Embryo von acht Tagen finde ich diesen Vorsprung gar nicht mehr. Derselbe wird wahrscheinlich zwischen den umliegenden indifferenten Zellen aufgelöst.

Die weitere Entwickelung der Kopfnerven hat wenig Bedeutung für diese Arbeit. Ich will nur noch wenige kleine Bemerkungen darüber machen. Es ist sehr interessant, dass die Aufeinanderfolge in der Entwickelung der Hauptnervenäste beim Hühnchen bedeutende Abweichungen von derjenigen der Säugethiere zeigt. So z. B. in dem System des N. facialis konnte ich trotz allem Bemühen bis zum achten Tage der Bebrütung keine Spur von der Chorda tympani finden, obgleich bei Säugethieren dieser Nervenast, wie bekannt und wie ich bestätigen kann, sehr frühzeitig erscheint und bald eine bedeutende Dicke erreicht. Dagegen tritt der N. petrosus superficialis major beim Hühnchen schon am sechsten Tage deutlich hervor und wird bald fast ebenso dick, wie der Hauptstamm des N. facialis (vergl. Taf. XIX, Fig. 19, *N.p.*). Auch die von dem Ganglion nodosum ausgehenden und sich ventralwärts zwischen den hinteren Schlundspalten verbreitenden Nervenästchen, welche bei Säugethieren zuerst Froriep (8) und His (16) beschrieben haben, dann auch ich gesehen habe (24), konnte ich beim Hühnchen bis zum Schwinden der hinteren Schlundspalten nicht nachweisen. Auffallend ist die rasche Verschiebung des Ganglion nodosum sammt den hinteren arteriellen Bogen hinterwärts, welche während der Bildung des Halses erfolgt, wobei die Wurzel des N. vagus ungeheuer in die Länge gezogen wird (Taf. XIX, Figg. 23 und 24).

Ich will noch kurz die merkwürdige Beziehung der Kopfnervenwurzeln zu der V. jugularis besprechen. In früheren Entwickelungsstadien, bis Mitte des dritten Tages, finden wir alle Anlagen der Kopfnerven ganz oberflächlich und lateralwärts von der V. jugularis verlaufen (Taf. XVII, Figg. 3 u. 5). Am Ende des dritten Tages finden wir schon N. facialis und N. glossopharyngeus medianwärts von dieser Vene gelegen (Fig. 8). Bei einem 6 tägigen Embryo finden wir auch N. vagus in derselben Beziehung zu der oben erwähnten Vene stehen (Taf. XIX, Fig. 23). Dabei bemerken wir an den entsprechenden Stellen der Vena jugularis keine Plexusbildung. Besonders interessant ist diese Umwanderung bei dem N. Vagus weil dieselbe in einem relativ schon späten Stadium erfolgt und ganz überraschend erscheint (vergl. Taf. XVIII, Fig. 10 und Taf. XIX, Fig. 23). Als ich diese Platzveränderung des N. vagus an meinen Isolirungsfiguren zum ersten Mal bemerkte, dachte ich zuerst einen Fehler während der graphischen Isolirung gemacht zu haben. Weitere genaue Untersuchungen haben mich jedoch überzeugt, dass diese Erscheinung nicht nur eine wirkliche Thatsache darstellt, sondern dass auch die Wurzeln des N. facialis und N. glossopharyngeus denselben

Digitized by Google

Weg beschreiben. Zu gleicher Zeit habe ich auch die Erklärung dieser Thatsache gefunden. Dieselbe besteht darin, dass der Nerv die Vene, so zu sagen, langsam von aussen nach innen durchschneidet, ohne dass die letzte dadurch ihre Continuität verliert. An den successiven Schnitten von verschiedenen Entwickelungsstadien sieht man den Nerv zuerst in einer tiefen lateralwärts geöffneten Rinne der Vene liegen. Dann schliesst sich diese Rinne lateralwärts von dem Nerv, welcher jetzt scheinbar das Lumen der Vene durchzieht; weiter erscheint der Nerv schon wieder in einer durch die Venenwand gebildeten Rinne, welche jetzt schon medianwärts geöffnet ist, und endlich tritt derselbe schon vollständig auf die mediane Seite der Vena jugularis über. Der N. hypoglossus folgt diesem Wege in allen von mir untersuchten Stadien nicht. Was das System des N. trigeminus betrifft, so wird dasselbe nach 6 Tagen einfach von den stark entwickelten Aesten der Vena jugularis bedeckt (vergl. Taf. XIX, Fig. 24).

Wenn wir die oben besprochenen Thatsachen über die Entwickelung der Nerven des Schlundspaltengebietes zusammenfassen, so finden wir, dass die Anlage derselben ursprünglich aus drei Theilen besteht, von denen der vordere und der hintere das ausgesprochene Bestreben zur Segmentirung zeigen. Das können wir an der Vagusgruppe ganz deutlich sehen, weil von derselben wirklich ein selbständiger Nerv (Glossopharyngeus) abgetrennt wird. Weitere Segmentirung, welche jedoch unvollkommen bleibt, sehen wir in der Bildung von drei Processus sensorii. Deshalb bin ich vollständig mit Froriep (8) einverstanden, welcher den N. vagus als allgemeinen Stamm der hinteren, im Laufe der Phylogenie verschwundenen Kiemenbogen und das Ganglion nodosum als ihr allgemeines Ganglion betrachtet. Die Beobachtungen an niederen Wirbelthieren sind meiner Ansicht nach in dieser Beziehung sehr beweisend (die betreffende Litteratur siehe bei Froriep, 8).

Etwas schwieriger steht die Frage über das Trigeminussystem, obgleich ich glaube, dass durch den Nachweis der vielen ursprünglichen Abtheilungen dieses Systems, von denen mehrere auch mit der Epidermis in Verbindung stehen, der Beweis geliefert ist, dass dieses System auch aus mehreren secundär zusammengeschmolzenen Nervenanlagen besteht (ich will hier die Frage über die Selbständigkeit des N. oculomotorius nicht berühren); man kann aber erwidern, dass die Verbindung der Nervenanlagen mit der Epidermis die Existenz der Schlundspaltenorgane vor der ersten Schlundspalte nicht beweist, sondern vielleicht beim Hühnchen nur das Vorhandensein der rudimentären Schleimcanäle oder irgend welcher anderer, den Seitenorganen ähnlicher Gebilde zeigt, und dass somit die oben beschriebenen

Digitized by Google

muss ich anerkennen, dass diese Frage nicht genug aufgeklärt ist. Und wenn ich die Existenz der rudimentären Schlundspalten vor der ersten echten für wahrscheinlich halte, so hängt das nicht von meinen Befunden an dem Trigeminussystem allein ab, sondern von der auffallenden Uebereinstimmung, welche ich zwischen diesen Befunden und denselben an der äusseren Körperoberfläche, an dem Darmcanal und an dem Gefässsystem bemerke.

V. Das Gefässsystem des Schlundspaltengebietes.

Ueber das Venensystem habe ich, ausser der früher schon besprochenen Beziehung der V. jugularis zu den Nervenwurzeln, nichts interessantes mitzutheilen und deshalb beschränke ich meine Beschreibung auf das Arteriensystem.

Am Ende des zweiten Tages finden wir beim Hühnchen zwei embryonale Aorten, welche das Gebiet der Unter- und Oberkieferfortsätze in der Richtung der Längsaxe des Körpers, aber Queraxe des ersten Kiemenbogens, durchziehen, dann am vordersten Ende des Schlundes sich rückwärts umbiegen und dorsalwärts vom Darmcanal verlaufend etwas hinter der vorderen Darmpforte in ein gemeinsames Gefäss sich vereinigen (Taf. XVII, Fig. 7, *Ao*). An den beiden Seiten der primitiven Mundbucht machen die beiden Aortenbogen kleine Ausbiegungen lateralwärts. Ausser diesen Aortenbogen ($_1A$) finden wir auch mehrere ganz kleine arterielle Gefässe, welche, von der dorsalen Aorta beginnend, zwischen den Schlundtaschen ventralwärts verlaufen. Das grösste von diesen Gefässchen ($_2A$) liegt zwischen der ersten und der zweiten Schlundtasche und stellt augenscheinlich den zweiten arteriellen Bogen dar. Ausserdem finden wir vor der ersten Schlundtasche noch drei kleine Gefässchen, welche ebenso von der dorsalen Aorta beginnend, zwischen den einzelnen Schlundausbuchtungen, welche ich oben als vermuthliche rudimentären Schlundtaschen beschrieben habe, verlaufen. Eines von denselben liegt zwischen der ersten echten und der letzten rudimentären Schlundtasche, das zweite vor der letzten und das dritte bedeutend weiter vorwärts. Aber alle diese kleinen Gefässchen, auch der zweite arterielle Bogen, stehen weder mit dem Truncus arteriosus noch mit dem ventralen Abschnitt des Aortenbogens im Zusammenhang, sondern verlieren sich allmählich an der ventralen Seite des Vorderdarmes. Wir haben also jetzt eigentlich nur einen einzigen paarigen Aortenbogen oder den ersten arteriellen Bogen vor uns ($_1A$). Im Anfange des dritten Tages (Fig. 5) steht schon der zweite arterielle Bogen ($_2A$) mit dem Truncus arteriosus in Verbindung. Ausserdem haben wir jetzt auch den dritten arteriellen Bogen ($_3A$), welcher gerade dieselben Verhältnisse zeigt, welche früher der zweite Bogen zeigte, d. h. er steht nur mit der dorsalen Aorta

Digitized by Google

in Verbindung, ventralwärts aber endigt er blind. Wass die vorderen kleinen Gefässchen betrifft, so sind die zwei vordersten von denselben schon verschwunden. Dagegen ist das vor der ersten Schlundspalte gelegene (*i A*) bedeutend entwickelt, und ist fast ebenso dick als der zweite arterielle Bogen geworden, aber immer nur noch mit der dorsalen Aorta verbunden. Bei beiden von mir untersuchten Embryonen dieses Entwickelungsstadiums und an den beiden Seiten zeigt dieses Gefäss dieselben Verhältnisse. Nach der starken Entwickelung dieses intermediären Arterienbogens glaube ich dass derselbe wahrscheinlich in irgend welchem, vielleicht sehr kurzem Entwickelungsstadium auch mit dem Truncus arteriosus in Verbidung steht, also einen wirklichen arteriellen Bogen darstellt, obgleich es mir leider nicht gelungen ist, dieses Stadium zu treffen.

Zu welchem Schlundbogen gehört dieses Gefäss? Wenn wir die Beziehung des ersten arteriellen Bogens zu dem ersten Schlundbogen mit der Beziehung der anderen arteriellen Bogen zu den entsprechenden Schlundbogen vergleichen, so bemerken wir hier einen grossen Unterschied, welcher darin besteht, dass der erste arterielle Bogen den ersten Schlundbogen nicht der Länge nach, wie alle übrigen, sondern quer durchzieht. Ausserdem ist es wenig verständlich, warum der erste arterielle Bogen (Aortenbogen), wenn seine Lage durch die Lage des entsprechenden Schlundbogens bedingt wird (was für alle übrigen gilt), so weit nach vorn vorgerückt ist, was besonders scharf an den jüngsten Entwickelungsstadien hervortritt. Endlich ist es ganz klar, dass der eigentliche erste arterielle Bogen, (Umbiegungsstelle, $_1A$) gar nicht im ersten Schlundbogen, sondern weit vorwärts neben dem blinden Ende der Seessel'schen Tasche liegt. Diese Umstände können wir auf zweierlei Weise erklären. Entweder stellt das beschriebene intermediäre Gefäss den wirklichen arteriellen Bogen des ersten Schlundbogens dar, oder es hat der erste Schlundbogen seine ursprüngliche Lage phylogenetisch verändert, nach hinten sich verschoben und seine frühere Lage wird jetzt durch seinen arteriellen Bogen (Aortenbogen) angedeutet. Im letzten Falle soll der intermediäre Arterienbogen zu irgend einem atrophirten intermediären Schlundbogen gehören. Auf diese Frage komme ich noch später zurück (vergl. allgemeine Schlussfolgerungen).

In der Mitte des dritten Tages schwindet der erste und der intermediäre arterielle Bogen. Der dritte erreicht seine volle Entwickelung, und es erscheint der vierte, welcher zuerst dieselbe Beziehung zu der dorsalen Aorta zeigt, wie alle vorhergehenden. Zu dieser Zeit entwickelt sich von dem Truncus arteriosus ein neuer ventraler arterieller Gefäss-

Digitized by Google

diesem Gefäss (*Lga*) verbindet sich der vierte arterielle Bogen nach seiner vollen Entwickelung und dann bekommen wir ein solches Bild, wie es Fig. 8 darstellt. Auch Fig. 11, Taf. XVIII (vom Anfang des vierten Tages) zeigt fast dieselben Verhältnisse von der ventralen Oberfläche, nur mit dem Unterschied, dass hier auch der fünfte arterielle Bogen ($_5A$) in Entwickelung begriffen ist, indem er, ebenso wie alle übrigen im Anfang ihrer Entwickelung, von der dorsalen Aorta ausgeht, ventralwärts sich zuspitzt und blind endigt. Dieser arterielle Bogen ist zwischen der vierten und fünften Schlundtasche gelagert. Am Ende des vierten Tages (Taf. XVIII, Fig. 10) finden wir auch schon den zweiten arteriellen Bogen verschwunden, den fünften ($_5A$) dagegen schon mit dem ventralen arteriellen Gefäss (*Lga*) verbunden und stark entwickelt. Während des vierten Tages finde ich hinter dem fünften arteriellen Bogen noch ein ganz kleines arterielles Gefäss, welches von der dorsalen Aorta ausgeht und ventralwärts gerichtet ist (siehe Schema, S. 290). Dasselbe erreicht jedoch niemals grosse Entwickelung und niemals tritt es mit dem ventralen arteriellen Gefäss in Verbindung.[1] Der hintere Theil des ventralen arteriellen Gefässes, welcher nach der Bildung sämmtlicher fünf arteriellen Bogen übrig bleibt, stellt die embryonale Art. pulmonalis dar. Die letztere kann also trotz der jetzt herrschenden Anschauungen keinesfalls für einen Ast weder des fünften noch irgend welcher anderen arteriellen Bogen angesehen werden, sondern für ein selbständiges arterielles Gefäss, welches die hintere ventrale Oberfläche des respiratorischen Gebietes versorgt. Die hinteren arteriellen Bogen sind nichts anderes, als Anastomosen zwischen der Aorta und der Lungenarterie. Wenn aber in relativ späteren Entwickelungsstadien die letztere so aussieht, als ob sie einen Ast des fünften arteriellen Bogens darstelle (Taf. XVIII, Fig. 10 und Taf. XIX, Figg. 23 und 24), so liegt die Ursache dieser Erscheinung in der relativ sehr starken Entwickelung des letzten arteriellen Bogens. Aus dem Vergleich der Fig. 10 mit Fig. 11 sieht man deutlich, dass der eigentliche fünfte arterielle Bogen auf der Fig. 10 zwischen der dorsalen Aorta und der Lungenarterie liegt (also den Ductus botalli darstellt) und die scheinbar zu diesem Bogen gehörende weitere Theilstrecke bis zum Truncus arteriosus entwickelungsgeschichtlich nichts anderes, als nur den Anfangstheil

[1] Einen vollständigen sechsten arteriellen Bogen, welchen van Bemmelen (20) beschreibt, habe ich nicht gesehen. Freilich kann man beim Hühnchen sechs arterielle Bogen zählen, wenn man den oben beschriebenen unvollständig entwickelten intermediären Bogen in Betracht zieht. Den letzten scheint jedoch van Bemmelen gar nicht gesehen zu haben. Dagegen sagt er deutlich, dass hinter der vierten Schlundtasche nicht ein, sondern zwei arterielle Bogen gebildet werden. Aus dem letzten soll die Art. pulmonalis sich entwickeln. Diese Angaben sind aus theoretischen Gründen von Boas (31) angenommen und verallgemeinert.

Digitized by Google

der Lungenarterie darstellt (wie bekannt, wird diese ursprüngliche Zugehörigkeit nach der Atrophie des Ductus botalli wiederhergestellt). In Wirklichkeit aber liegt die Anfangsstelle der Lungenarterie noch weiter vorwärts und fällt, wie ich entwickelungsgeschtichlich verfolgen konnte, mit der Ursprungsstelle des dritten arteriellen Bogens zusammen, aber während der Entwickelung der letzten arteriellen Bogen wird dieser Anfangstheil der Lungenarterie in den Truncus arteriosus hineingezogen, weil der Truncus während der Atrophie der vorderen und der Neubildung der hinteren arteriellen Bogen sich allmählich hinterwärts verschiebt. Es ist nicht unmöglich, dass die Ursprungsstelle der Lungenarterie früher noch weiter vorwärts lag und mit der Anfangsstelle des ersten arteriellen Bogens (Aortenbogen) zusammenfiel, dass aber im Laufe der Phylogenie der Process der allmählichen Verschiebung dieser Ursprungsstelle nach hinten abgekürzt ist. Ich glaube, dass andere Forscher die früheren Stadien der Entwickelung der Lungenarterie deshalb nicht bemerkt haben, weil sie dieselbe immer für den ventralen Abschnitt irgend eines in Bildung begriffenen arteriellen Bogens annahmen. Es ist aber bemerkenswerth, dass alle arteriellen Bogen ohne Ausnahme zuerst als Zweige der dorsalen Aorta erscheinen (also als Arteriae epibranchiales).

Am Ende des sechsten Tages finde ich immer noch die drei letzten arteriellen Bogen bestehen (Taf. XIX, Fig. 23). Der Blutstrom geht in diesem Stadium augenscheinlich hauptsächlich durch den fünften arteriellen Bogen, weil die Verbindungsstellen der beiden vorderen mit dem Truncus arteriosus stark verengt sind. Auffallend ist in diesem Stadium die starke Entwickelung der Art. carotis interna (*Cr. i.*) und die schwache Entwickelung der Art. carotis externa (*Cr. e.*). Am Ende des achten Tages sind schon die Anfangsstellen des fünften und des vierten arteriellen Bogens von einander vollständig getrennt. Der erste bleibt mit dem rechten, der letzte mit dem linken Herzventrikel in Verbindung. Die Anfangsstelle des vierten arteriellen Bogens ist wieder erweitert. Trotzdem bekommt die hintere Hälfte des Körpers den Blutstrom immer noch hauptsächlich durch den fünften arteriellen Bogen, weil die Communication zwischen den beiden arteriellen Bogen auffallend verengt ist. Wahrscheinlich wird dieselbe später von der rechten Seite wieder erweitert. Was aber besonders interessant ist, das sind die Veränderungen, welche in dem System der Art. carotis eingetreten sind, und welche augenscheinlich mit dem Process der Halsbildung in Verbindung stehen. In den vorhergehenden Entwickelungsstadien (Taf. XVIII, Fig. 10; Taf. XIX, Fig. 23) finden wir die Art. carotis interna von dem dorsalen Ende und die Art. carotis externa in der Nähe des ventralen Endes des dritten (also in diesem Stadium vordersten) arteriellen Bogen ihren Ursprung nehmen. Zwei Tage später

Digitized by Google

(Fig. 24) finden wir den dritten arteriellen Bogen verschwunden. Die Art. carotis communis (*Cr. c.*), welche nach den herrschenden Anschauungen aus dem ventralen Abschnitt des dritten Bogens sich bilden soll, fängt von dem dorsalen Ende des vierten Bogens an und die Ursprungsstelle der Art. carotis externa (*Cr. e.*) in Beziehung zu den arteriellen Hauptstämmen scheint vollständig verändert zu sein, obgleich die topographische Beziehung dieser Arterie zu den anderen Organen ganz unverändert bleibt. Ich muss noch bemerken, dass die Lage und die gegenseitigen Beziehungen der arteriellen Gefässe an beiden Seiten bei diesem Embryo noch vollständig gleich und symmetrisch sind. Ich glaube, dass in diesem Falle in dem vorderen Abschnitt des arteriellen Systems folgende Veränderungen eingetreten sind: Die zwischen dem Truncus arteriosus und der Art. carotis externa gelegene Theilstrecke des dritten arteriellen Bogens (vergl. Fig. 23) ist atrophirt, die weitere Theilstrecke desselben bis zum Anfangstheil der Art. carotis interna ist zum Anfangstheil der Art. carotis externa geworden, und das dorsale Verbindungsstück zwischen dem dritten und dem vierten arteriellen Bogen ist stark ausgewachsen und erscheint jetzt als Art. carotis communis. Dieser Entwickelungsmodus des Carotissystems kann kaum mit den herrschenden Anschauungen über die Bildung desselben in Einklang gebracht werden. Es ist aber sehr möglich, dass ich es in diesem Falle (ich meine den 8 tägigen Embryo) mit einer zufälligen Anomalie in der Bildung des Gefässsystems zu thun hatte.

VI. Die Schlundspaltenorgane.

Froriep (8) war der erste, der diese interessanten, zuerst durch Wijhe (7) und Beard (5) bei Selachierembryonen gesehenen Organe bei den höheren Wirbelthieren und zwar bei den Rindsembryonen nachgewiesen und ihre Bedeutung gezeigt hat. Ich will hier einige Einzelheiten über die Bildung, die Structur und das spätere Schicksal dieser Organe mittheilen.

Beim Hühnchen treten die ersten Spuren derselben schon am Ende des zweiten Tages auf und zwar als diffuse Epidermisverdickung rings um das dorsale Ende jeder in Bildung begriffenen Schlundfurche. Im Anfang des dritten Tages erscheinen hinter den oberen Enden der ersten und der zweiten Schlundfurche je ein kleines Grübchen (Taf. XVII, Fig. 4, $_1SO$, $_2SO$), welches die Anlage des ersten und zweiten Schlundspaltenorganes darstellt. Die letzten fallen also mit den oberen Abtheilungen der Schlundfurchen nicht zusammen, sondern erscheinen als selbständige Vertiefungen des Exoblasts. Diese Vertiefungen erscheinen gerade dort, wo die Epidermis mit den oben beschriebenen Ganglienanlagen verbunden ist, und es ist nicht unmöglich, dass die Vertiefungen selbst durch dieses Verwachsen bedingt werden.

Digitized by Google

Wenn das Schlundspaltenorgan localisirt ist, d. h. das Grübchen gebildet ist, so nimmt die Epithelverdickung in der Umgebung des Grübchens und der Schlundfurche selbst allmählich ab, bleibt aber noch bis zum Ende des dritten Tages bemerkbar. In der Tiefe des Grübchens dagegen wird das Epithel immer mehr verdickt. Zu gleicher Zeit wird das Grübchen selbst mehr und mehr vertieft und bekommt bald genau solches Aussehen, wie z. B. das in Bildung begriffene Ohrgrübchen, d. h. das Aussehen einer tiefen, mit stark verdicktem Epithel gepolsterten und mit scharfen Rändern versehenen Grube. Der einzige Unterschied besteht nur in den Dimensionen, weil die Grübchen der Schlundspaltenorgane immer kleiner als diejenigen der höheren Sinnesorgane bleiben.

Im Laufe des dritten Tages wird in Folge des starken Wachsthums der Schlundbogen nach aussen die ganze Umgebung der Schlundspalten relativ vertieft, genau so als ob dieselbe medianwärts hineingezogen wäre. Dabei öffnen sich die Grübchen der Schlundspaltenorgane nicht unmittelbar nach aussen, sondern in das Lumen der entsprechenden Schlundlöcher, welche zu dieser Zeit schon durchbohrt erscheinen (s. Fig. 6 und 8, Taf. XVII; hier öffnet sich das zweite Schlundspaltenorgan noch nach aussen, obgleich das erste von aussen nicht mehr gesehen werden kann. Auch vergl. Fig. 15, Taf. XVIII, ${}_3SO$ und ${}_4SO$). Bald darauf fängt das Schlundloch sich wieder zu schliessen an. Wie aber der Durchmesser des Schlundspaltenorganes nicht ganz gering ist, so bleibt auch seine Höhle noch einige Zeit lang sowohl nach aussen, als auch nach innen offen und stellt in diesem Stadium den Verbindungskanal zwischen der Schlundtasche und der äusseren Welt dar, was sehr schön an den successiven Schnitten zu sehen ist (Taf. XVIII, Fig. 17). Später wird die äussere Oeffnung des Schlundloches geschlossen und das entsprechende Schlundspaltenorgan bleibt mit der Schlundtasche in Verbindung. Natürlich wird mit dem Schlundspaltenorgan auch der tiefste Theil der epidermoidalen Bekleidung der Schlundfurche in das Innere hineingezogen, jedoch sind die Grenzen dieses vom Exoblast stammenden Epithels von dem ursprünglichen endodermalen Epithel der Schlundtasche nicht zu unterscheiden. Die Höhle des Schlundspaltenorganes bleibt jetzt natürlich in das Innere der Schlundtasche geöffnet (Taf. XIX, Fig. 21). Allmählich schreitet ihre Abtrennung fort, ohne jedoch vollständig beendet zu werden. Das weitere Schicksal der verschiedenen Schlundspaltenorgane

Digitized by Google

steht (Taf. XIX, Fig. 24 und Fig. 19 $_1SO$). Der Querschnitt dieses Bläschens zeigt die für jedes embryonale Sinnesorgan characteristische Structur. Das die innere Höhle auskleidende Epithel ist an einer Seite besonders verdickt und zwar an jener, wo mit dem Bläschen der Processus sensorius des Ganglion geniculi ($_1Pr.\ s.$) verbunden ist. Die Zellen sind hoch und cylindrisch und charakterisiren sich durch starke Färbung mit Carmin. Der Zellenstrang, welcher dieses Bläschen mit dem Ganglion geniculi verbindet, stellt unzweifelhaft den eben erwähnten Processus sensorius des Ganglion geniculi dar. In demselben bemerken wir in diesem schon relativ späten Entwickelungsstadium keine Nervenfasern. Auch in den Zellen, aus welchen dieser Strang besteht, finden wir keine progressiven Veränderungen; dieselben behalten immer noch ihren ursprünglichen indiffeernten Charakter. Deshalb glaube ich nicht, dass das Bläschen selbst weitere progressive Entwickelung durchmachen kann, obgleich ich sein späteres Schicksal nicht verfolgt habe.[1]

Das zweite Schlundspaltenorgan bleibt nach dem Verschluss des zweiten Schlundloches ebenso mit der zweiten Schlundtasche in Verbindung. Dasselbe kann bei dem sechstägigen Embryo in der Nähe des Schlundes und des Ganglion petrosums wiedergefunden werden (Taf. XIX, Fig. 23 und 18, $_2SO$). Jedoch ist sein Zusammenhang mit diesem Ganglion schon gelöst und der Processus sensorius des letzteren stellt einen mit diesem Ganglion verbundenen aber von dem Schlundspaltenorgan getrennten Haufen von indifferenten Zellen ($_2Pr.\ s.$) dar. Das Schlundspaltenorgan selbst ist kleiner und sein Epithel ist nicht so stark verdickt als bei dem Ersten. Bald schwindet dieses Organ vollständig und bei dem achttägigen Embryo kann von demselben schon nichts mehr nachgewiesen werden.

Das dritte Schlundspaltenorgan wird bald nach seiner Hineinziehung in das Innere in einen soliden Zellenhaufen umgewandelt und atrophirt dem Anschein nach vollständig; ebenso das vierte (vergl. das Capitel über die Thymusentwickelung).

Auf Grund der oben beschriebenen Thatsachen bin ich mit Froriep, Beard und anderen Forschern, welche die eben besprochenen Organe als unzweifelhafte Sinnesorgananlagen betrachten, vollständig einverstanden. Durch den Nachweis des relativ weit entwickelten ersten Schlundspaltenorgans des Hühnchens glaube ich dieser Anschauung eine neue Stütze zu geben.

Wir haben gesehen, dass die Schlundspaltenorgane desto früher erscheinen und überhaupt eine desto höhere Entwickelungsstufe erreichen, je

---

[1] Es ist sehr wahrscheinlich, dass das eben beschriebene Bläschen mit dem von van Bemmelen (26) als vermuthliche rudimentäre Kiemenspalte beschriebenen Anhang des Spritzloches der Selachierembryonen homolog ist.

Digitized by Google

weiter vorwärts sie liegen. Deshalb, wie auch aus den Einzelnheiten ihrer Entwickelung scheint mir die Ableitung der höheren Sinnesorgane und besonders des Gehörorgans (Beard, 5) von den Schlundspaltenorganen nicht unwahrscheinlich zu sein. Des letzteren desto mehr, weil es zwischen den beiden ersten Schlundspalten einige Spuren noch einer, jetzt verschwundenen Schlundspalte giebt (vergl. das Capitel über die Entwickelung der Lungen und der Ganglion thyreoidea).

VII. Das Schicksal der Schlundspalten und die erste Entwickelung der Gl. thymus.

Die erste Schlundtasche ist schon vom Anfang an mehr von der dorsalen Seite als von der ventralen entwickelt (Taf. XVII, Fig. 1 und 7; Taf. XVIII, Fig. 12). Später wird die ventrale Oberfläche derselben mehr und mehr von der äusseren Epidermis abgeschoben. Nach dem Verschluss des ersten Schlundloches geht die jetzt dorsolateralwärts gerichtete erste Schlundtasche in den lateralen Theil des tubo-tympanalen Raumes über (Taf. XVIII, Fig. 10, ${}_1T$). Es wäre jedoch nicht richtig, den letzteren aus der ersten Schlundtasche allein sich bilden zu lassen. In der Bildung derselben nimmt auch der Seitenabschnitt des Schlundes Theil und zwar die zwischen der ersten und der zweiten Schlundtasche gelagerte Theilstrecke desselben (Taf. XVIII, Fig. 16, *pP*), welche ich als primäre Paukenhöhle bezeichnet habe. Der Process geht genau so vor sich wie bei Säugethieren und betreffs der Einzelnheiten beziehe ich mich auf meine entsprechende Arbeit (24). An der äusseren Oberfläche der entsprechenden Region bemerken wir bis zum fünften Tage der Entwickelung nur zwei Vertiefungen, eine dorsale abgerundete (Taf. XVIII, Fig. 9, ${}_1L$), welche den Rest des ersten Schlundloches darstellt, und eine spaltenförmige ventrale (${}_1F$), welche die ventrale Abtheilung der ersten Schlundfurche repräsentirt. Später erscheint in der Brücke, welche diese beiden Vertiefungen trennt und fortwährend breiter wird, eine dritte Vertiefung (Taf. XIX, Fig. 22, *äG*), welche nach und nach median- und etwas hinterwärts auswachsend in den äusseren Gehörgang übergeht. Die blinden Enden des tubo-tympanalen Canals und des äusseren Gehörganges entsprechen einander nicht, sondern der letzte liegt ventralwärts von dem ersten, was durch die Bildungsweise der beiden bedingt wird (Fig. 24). Diese Darstellung der Entwickelung des äusseren Gehörganges bei dem Hühnchen stimmt mit derselben von Moldenhauer (14) ziemlich überein. Nur betrachtet er die die beiden ursprünglichen Vertiefungen trennende Brücke als eine Neubildung, worin ich mit diesem Forscher nicht einverstanden sein kann.

Bei der zweiten Schlundspalte tritt der Verschluss des Schlundloches und die damit bedingte Trennung des Schlundspaltenorgans von der äusseren

Digitized by Google

Oberfläche schon am vierten Tage auf. Dagegen der Verschluss der eigentlichen Schlundspalte geht nur sehr allmählig vor sich. Ihre Wandungen werden zuerst in Folge des raschen Wachsthums des zweiten Schlundbogens in ein sehr langes epitheliales Rohr (Taf. XIX, Fig. 18, $_2S$) ausgezogen, welches nur allmählig sein Lumen verliert. Nach 6 Tagen der Bebrütung wird dieses Rohr, welches hauptsächlich aus dem epithelialen Ueberzug der Schlundfurche gebildet wird, zerrissen und seine Reste atrophiren. Ich will hier noch eine besondere Eigenthümlichkeit der zweiten Schlundtasche erwähnen. Im Anfang des vierten Tages erscheint an der hinteren und dorsalen Seite derselben, an der Vereinigungsstelle derselben mit dem Schlund, eine beträchtliche Epithelverdickung, welche am Ende desselben Tages eine deutliche Ausbuchtung des Schlundes hervorruft (Taf. XVIII, Fig. 16, *Bth*). Die letzte liegt dem Ganglion petrosum medianwärts ziemlich nahe an, steht aber in keiner Verbindung mit derselben. Später wird diese Ausbuchtung wieder abgeflacht und mit der Schlundwand zusammengeschmolzen, indem sein Epithel allmählich wieder verdünnt wird (Taf. XIX, Fig. 18, *Bth*). Diese vorübergehende Bildung, welche aus der Schlundtasche, nicht aus der Schlundfurche der zweiten Schlundspalte gebildet wird und mit dem zweiten Schlundspaltenorgan nicht verwechselt werden darf, hat schon van Bemmelen (20) gesehen. Dieselbe ist wahrscheinlich der Thymus der Batrachier homolog (vergl. die Entwickelung der Thymus bei Batrachier nach den Untersuchungen von Goette, 13, und de Meuron, 9).

Die Wandungen der beiden letzten Schlundspalten werden, ebenso wie dieselbe der zweiten, während des Wachsthums der Schlundbogenderivate stark ausgezogen und in zwei epitheliale Röhren umgewandelt (Taf. XIX, Fig. 20 und 23). Obgleich hier die beiden Abtheilungen der Schlundspalten, sowohl die Schlundtaschen wie auch die Schlundfurchen, der Spannung und Verdünnung unterworfen werden, gilt aber das besonders für die letzten wie man aus ihren gradlinigen Verlauf und aus der schnell auftretenden Verdünnung derselben schliessen kann. Die äusseren Mündungen dieser beiden Röhren sind von aussen nicht zu sehen, weil dieselben in diesem Entwickelungsstadium durch den stark ventral und hinterwärts sich verbreitenden Vorsprung des zweiten Schlundbogens (Kiemendeckel von Rathke) bedeckt werden (Fig. 22, *Kd*). Die unter dem Kiemendeckel liegende Grube entspricht dem Sinus praecervicalis der Säugethiere (His, 16 und 18), oder genauer nur dem Infundibulum praecervicale, weil die Bildung des Fundus praecervicalis hier nicht erfolgt. Die beiden hinteren Schlundfurchen bleiben während ihrer Hineinziehung in das Innere von einander getrennt und bilden zwei selbstständige, zuerst röhrenförmige, dann solide Stränge, welche dem Funiculus praecervicalis der Säugethiere entsprechen (Fig. 20 und 18, *Fn*). Die letzten stehen gerade in derselben Beziehung zu dem

Digitized by Google

N. hypoglossus, wie sie bei Säugethieren zwischen dem letzten und dem Sinus praecervicalis besteht (24). Dieser Nerv kommt zuerst ventralwärts von den letzten Schlundspalten zum Vorschein (Taf. XVII, Fig. 8 und Taf. XVIII, Fig. 10). Nach der Bildung der beiden Funiculi praecervicales liegt er denselben dicht ventralwärts an (Taf. XIX, Fig. 23 und 18). Jetzt tritt die Bildung des Halses auf. Die hinteren arteriellen Bogen schieben sich hinterwärts und ziehen die zwischen ihnen gelegenen hinteren Schlundspalten mit (wahrscheinlich auch der äussere Rand des Kiemendeckels übt in Folge seines Auswachsens nach hinten dieselbe Wirkung aus). Der N. Hypoglossus ist jedoch an seinen beiden Enden mit dem Kopf verbunden und kann natürlich diesem Treiben nicht folgen. Deshalb entsteht ein starker gegenseitiger Druck zwischen diesem Nerv und den beiden Funiculi praecervicales, welcher erst mit der Zerreissung der letzteren beendet wird. Jetzt liegt der N. hypoglossus unmittelbar der V. jugularis an. Zu gleicher Zeit und wahrscheinleich in Folge derselben Ursache atrophiren auch die Verbindungsstränge zwischen dem Schlund und den Derivaten der hinteren Schlundspalten (Fig. 24).

Mit der Rückbildung der beiden letzten Schlundspalten ist die Frage über die Bildung der Gandula thymus beim Hühnchen sehr eng verbunden. Bevor ich zu derselben übergehe, will ich eine kleine vergleichend-embryologische Bemerkung machen. Aus den Beschreibungen der Thymusentwickelung bei den Knochenfischen von Maurer (19) und bei den Selachiern von Dohrn (3) und de Meuron (9) geht es hervor, dass diese Drüse aus den epithelialen Knospen, welche an den dorsalen Rändern mehrerer Schlundspalten auswachsen und mit den Ganglien N. Vagi in enger Verbindung stehen, gebildet wird. Aus der näheren Beschreibung bei de Meuron kann man glauben, dass diese Epithelknospen den Schlundspaltenorganen der höheren Wirbelthiere entsprechen (9, p. 15). Dohrn hat sogar bei den Rochen die diesen Knospen entsprechende Ausstülpung der Schlundspaltenhöhle gesehen. Man kann also vermuthen, dass die Thymus bei den Selachiern aus den Schlundspaltenorganen gebildet wird. Trotzdem stellt de Meuron jede Theilnahme nicht nur der Schlundspaltenorgane, sondern des Exoblast überhaupt, in der Bildung der Thymusanlage bei den höheren Wirbelthieren entschieden in Abrede. Betreffs dieser Frage habe ich während meiner Untersuchungen grosse Aufmerksamkeit verwandt, welche Rolle die Schlundtaschen und die Schlundfurchen und besonders die entsprechenden Schlundspaltenorgane in der Bildung der Thymusanlage spielen. Ich finde Folgendes.

Im Laufe des fünften Tages erscheint an der Stelle, wo die beiden Taschen der dritten Schlundspalte sich vereinigen, eine Auswachsung des Epithels derselben. Die Schlundtasche scheint mehr an dieser Auswachsung

Digitized by Google

Theil zu nehmen und bildet bald ein beträchtliches solides Zellenconglomerat, dessen Spitze vor- und dorsalwärts gerichtet ist (Taf. XIX, Fig. 20, *Th*). Das Schlundspaltenorgan dieser Spalte wird sehr schnell reducirt, und schon am Ende des sechsten Tages sind kaum noch die Spuren desselben zu finden. Jedoch muss ich bemerken, dass die Betheiligung der beiden Taschen in der Bildung der Thymusanlage an der dritten Schlundspalte nicht ganz sicher bestimmt werden kann, weil dieselbe, wie es schon oben beschrieben worden ist, eine wirkliche Spalte darstellt, und weil somit an derselben jede bestimmte Grenze zwischen den beiden Taschen fehlt. Dagegen können an der vierten Schlundspalte, welche niemals durchbrochen wird, diese Processe ganz sicher verfolgt werden. An der Fig. 20 sieht man eine keulenförmige Epithelverdickung an der inneren Grenze der äusseren Tasche (hineingezogenen Schlundfurche) und eine daneben liegende entsprechende Epithelverdickung der Schlundtasche (*Th*). Medianwärts zu der ersten liegt ihr noch ein kleines Knötchen an, welches andererseits mit dem Ganglion nodosum N. Vagi verbunden ist, und somit seine Bedeutnng als viertes Schlundspaltenorgan kennzeichnet ($_4SO$). In dem weiteren Verlauf der vierten Schlundtasche medianwärts finden wir noch eine grosse bulbose Anschwellung ($_5T$), welche nichts anderes als die fünfte Schlundtasche darstellt. Die letztere ist während der Verlängerung der vierten Schlundtasche mit derselben in Verbindung geblieben und behält auch später diese Verbindung bei, nachdem die beiden Thymusanlagen sich von der Schlundwand getrennt haben. Diese fünfte Schlundtasche soll nach de Meuron (9) bei den Embryonen von sechs Tagen sich sowohl vom Schlund wie auch von der vierten Schlundtasche trennen und später in die laterale Thyreoidea übergehen. Diese Trennung von der vierten Schlundtasche habe ich nicht beobachtet, obgleich ich drei gut entwickelte Embryonen aus diesem Stadium in drei verschiedenen Richtungen mikrotomirt habe.

Bei dem achttägigen Embryo besteht die Thymusanlage aus zwei nebeneinander liegenden Knoten (Fig. 24, *Th*), von denen der vordere offenbar aus der dritten Schlundspalte und der hintere aus der vierten Schlundspalte und der fünften Schlundtasche entstanden sind, was durch ihre relative Beziehung zu den jetzt noch persistirenden beiden hinteren arteriellen Bogen und zu dem Ganglion nodosum bewiesen wird. Beide Knoten sind miteinander durch die bindegewebige Hülle verbunden und liegen sehr nahe der Thyreoidea dorsal- und hinterwärts an. Dieselben bestehen aus dem dichten Geflecht von indifferenten Zellensträngen, zwischen welchen das blutgefässhaltige Bindegewebe gelagert ist. Von den ursprünglichen Höhlungen, welche noch bei dem sechstägigen Embryo zu sehen sind, ist jetzt nichts zu bemerken. Ebenso findet man jetzt weder eine feste Verbindung

Digitized by Google

zwischen diesen Knoten und dem Ganglion nodosum, noch irgend welche Reste der Schlundspaltenorgane. Von der vorderen (oberen) Seite beider Knoten gehen zwei Zellenstränge vor- und etwas dorsalwärts bis zur Mitte des Halses ab. Ich glaube, dass diese zwei Stränge, welche an den Stellen miteinander zusammengeschmolzen sind, von den beiden Funiculi praecervicales stammen, weil dieselben lateralwärts von der V. jugularis, der Art. carotis communis und von dem N. vagus liegen. Wenn dieselben von den ausgezogenen Schlundtaschen stammen würden, so müssten sie jedenfalls medianwärts von jenen Organen und in der Nähe des Oesophagus liegen, was aus dem einfachen Vergleich der Fig. 23 mit Fig. 24 hervorgeht. Auch die Ableitung dieser Stränge von dem aus der dritten Schlundtasche gebildeten Zellenconglomerat, wie sie P. Mall (29) will, scheint mir wenig wahrscheinlich zu sein, weil dann die doppelte Natur jenes Gebildes unverständlich bleibt. Die scheinbar veränderte Lage dieser Stränge hängt augenscheinlich von der Verlängerung des Halses ab und wird ganz verständlich, wenn man beachtet, dass die frühere Verbindungsstelle derselben mit der Epidermis durch die Lage des N. hypoglossus, welcher in diesem Entwickelungsstadium weit vorwärts zurückgeblieben ist, gekennzeichnet wird.

In diesem Stadium ist schon die bekannte Form der embryonalen Thymus beim Hühnchen gut zu erkennen und aus meinen Beobachtungen glaube ich schliessen zu dürfen, dass der vordere dünnere aber längere Theil der Thymusanlage ausschliesslich aus den epidermoidalen Bestandtheilen der dritten und der vierten Schlundspalte gebildet wird, und die untere Anschwellung derselben eine gemischte Natur besitzt, indem dieselbe einerseits aus den medianen Enden der hineingezogenen Schlundfurchen, andererseits aus der dritten, vierten und fünften Schlundtasche gebildet wird.[1] Die Schlund-

[1] Es ist aber eine ganz andere Frage, ob dieses complicirte Gebilde, welches längst als embryonale Thymus beim Hühnchen bekannt ist, *in toto* in die definitive Thymus übergeht. Nach den neuen Untersuchungen von P. Mall (29) soll der untere Theil derselben in noch späteren Entwickelungsstadien die thyreoideaähnliche Structur bekommen und schliesslich mit jener Drüse verwachsen. Diese Angaben habe ich nicht controllirt und will denselben nicht widersprechen. Ich habe mich nur bemüht, den Ursprung desjenigen complicirten Conglomerats, welches gewöhnlich als embryonale Thüymus beim Hhnchen betrachtet wird, zu verfolgen. Die Entwickelungsgeschichte dieses Conglomerates zeigt, dass dasselbe der Thymus der Fische (vergl. Maurer, 19 und de Meuron, 9) homolog ist. Wir können also die Bezeichnung dieses Conglo-

Digitized by Google

spaltenorgane spielen also keine, wenigstens keine wesentliche Rolle in der Bildung der Thymusanlage beim Hühnchen. Es wäre sehr wichtig, die Entwickelung derselben bei den niedrigen Wirbelthieren noch einmal zu prüfen, damit die Frage über die Homologie dieser Drüse bei den verschiedenen Wirbelthieren aufgeklärt werden könnte.

Wenn ich diese Beobachtungen mit meinen entsprechenden Untersuchungen an den Schweinsembryonen vergleiche, so finde ich, dass die Betheiligung des Exoblasts in der Bildung der Thymusanlage bei dem Hühnchen bedeutender ist als bei den Säugethieren. Die lange schmale vordere Theilstrecke der embryonalen Thymus des Hühnchens entspricht ungefähr der Thymus superficialis des Schweinsembryo. Der untere dicke Theil des ersteren entspricht dem Thymuskopf des letzteren. Was aber die Cauda der Säugethierthymus betrifft, welche ausschliesslich aus dem Endoderm gebildet wird, so finden wir bei dem Hühnchen keine Spur derselben. Ueber die Betheiligung der grösseren Zahl der Schlundspalten in der Bildung der Thymusanlage beim Hühnchen, als bei Säugethieren, muss man bemerken, dass dieselbe aus phylogenetischen Gründen ganz verständlich ist.

VIII. Allgemeine Schlussfolgerungen.

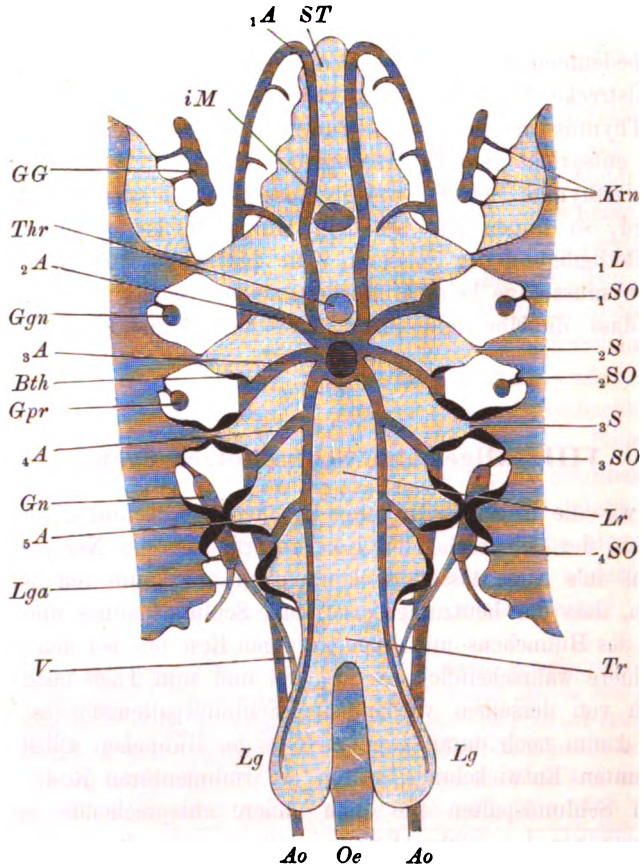
Wenn wir die Uebereinstimmung in der Entwickelungsgeschichte des Vorderdarmes, der entsprechenden Körperoberfläche, des Nerven- und des Gefässsystems in's Auge fassen, so können wir uns kaum von der Vorstellung befreien, dass das heutzutage existirende Schlundspalten- und Schlundbogengebiet des Hühnchens nur einen geringen Rest des bei den Vorfahren der Wirbelthiere wahrscheinlich existirenden und zum Theil noch jetzt bei den niederen von derselben vorhandenen Schlundspaltengebietes darstellt. Wir werden kaum noch daran zweifeln, dass das Hühnchen selbst während eines bestimmten Entwickelungsstadium die rudimentären Reste der verschwundenen Schlundspalten wie auch andere entsprechende segmentale Rudimente wie vor den echten Schlundspalten, so auch hinter denselben besitzt. Die nachstehende Abbildung soll das Schlundspaltengebiet des Hühnchens schematisch darstellen. Ich muss aber bemerken, dass die vorderen und die hinteren segmentalen Rudimente nicht gleichzeitig existiren, sondern die letzteren erscheinen bedeutend später nach den ersten.

Je weiter nach vorn resp. nach hinten, desto weniger bemerkbar erscheinen die Spuren der Segmentirung überhaupt und desto weiter von einander entfernt sind die Schlundfurchen und die Schlundtaschen. Den vordersten und den hintersten Enden der respiratorischen Schläuche, deren

Digitized by Google

mittlerer Theil durch die Schlundtaschen repräsentirt wird, stellen die Seessel'sche Tasche und die Lungen dar.

Die Hypothese über die Existenz der vorderen segmentalen Rudimente ist natürlich gar nicht neu. Ich glaube nur einige neue Beweise gebracht zu haben. Eine ganz andere Frage ist es, wo eigentlich die vermuthlichen rudimentären Schlundspalten gelagert sind, ob vor dem ersten Schlundbogen, wie es Dohrn zulässt, oder zwischen demselben und dem zweiten. Wir



Schematische Darstellung des Schlundspaltengebietes des Hühnchens. Die Bedeutung der Buchstaben siehe in der Erklärung der Zeichnungen. Die Anlagen der embryonalen Thymus sind schwarz.

haben gesehen, dass die erste Schlundfurche zuerst in ihrem dorsalen Ende mit einer weit nach vorn sich verbreitenden flachen Grube zusammenfliesst. An dem vorderen abschüssigen Abhange dieser Grube erscheinen die vorderen, vermuthlichen rudimentären Schlundfurchen (Kopfrinnen). Der erste Schlundbogen erscheint zuerst an der Bauchseite unmittelbar in der Um-

Digitized by Google

gebung der primitiven Mundbucht. Deshalb kann seine Beziehung zu den Kopfrinnen vom Anfang an nicht sicher bestimmt werden. Später wächst derselbe fortwährend dorsalwärts aus, wodurch die eben beschriebene Grube nach und nach verkleinert wird, aber noch bis zum vierten Tage der Bebrütung deutlich zu sehen ist. Nachdem der erste Bogen schon stark ausgewachsen ist, behalten die letzten Spuren der vorderen vermuthlichen rudimentären Schlundfurchen (die Verbindungsstellen des Ganglion Gasseri mit der Epidermis) immer noch ihre Lage in jener Grube, welche jetzt solches Aussehen hat, als ob sie nichts anderes, als nur einen Anhang der ersten Schlundfurche darstelle (Taf. XVII, Fig. 6).

Diese Erscheinung können wir auf zweierlei Weise erklären. Entweder liegen die Kopfrinnnen in der That vor dem ersten Schlundbogen, und nur ihre Reste verändern secundär in späteren Entwickelungsstadien in Folge des ungleichmässigen Wachsthums der umgebenden Theile ihre Lage; oder es liegen dieselben wirklich hinter dem ersten Schlundbogen. In diesem Falle müssen wir den letzteren als nichts anderes betrachten, als einen (resp. zwei, wenn die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass auch der Oberkieferfortsatz einen selbständigen Schlundbogen darstellt) ursprünglich weit vorwärts gelegenen, aber später secundär hinterwärts verschobenen Schlundbogen, indem die zwischen diesem und dem Hyoidbogen gelegenen intermediären Schlundbogen atrophieren. Oben haben wir gesehen, dass auch die in dem Gefäss- und Nervensystem existirenden Verhältnisse uns zu dieser Vermuthung veranlassen. Wenn diese letzte Erklärung richtig ist, so soll die erste Schlundfurche aus der Verschmelzung mehrerer solcher Furchen bestehen und nicht der ersten Schlundtasche allein, sondern derselben sammt den anderen vorderen rudimentären Schlundtaschen entsprechen. Wenn ich die eigenthümliche Entwickelungsgeschichte des ersten Schlundbogens und seine oben beschriebene, nicht weniger eigenthümliche Beziehung zu dem ersten arteriellen Bogen in's Auge fasse, halte ich die zweite Lösung der oben gestellten Frage für die wahrscheinlichere. Eine definitive Stellung in dieser Frage möchte ich jedoch vorläufig nicht annehmen, bevor ich die Möglichkeit bekomme, meine Untersuchungen in dieser Richtung auch auf niedere Wirbelthiere auszudehnen.

Eigenthümlich ist es, dass ich die vermuthlichen rudimentären Schlundfurchen nicht ventralwärts, sondern mehr dorsalwärts finde. Da ich aber an den echten Schlundfurchen eine deutlich ausgeprägte Zweitheilung in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt finde, so muss ich die Möglichkeit anerkennen, dass auch ventralwärts irgend welche Spuren, resp. Derivate der vorderen rudimentären Schlundfurchen existiren können. Was die Derivate der eventuellen vorderen rudimentären Schlundbogen betrifft, so

Digitized by Google

will ich hier auf diese Frage nicht eingehen, weil dieselbe den Gegenstand einer besonderen speciellen Untersuchung darstellen muss.

Im hinteren Theile der respiratorischen Schläuche finden wir hinter der vierten Schlundtasche noch eine ähnliche paarige Ausstülpung (Taf. XVIII, Fig. 11 und 14, ${}_5T$), welche gewöhnlich als laterale Anlage der Glandula thyreoidea bezeichnet wird und von de Meuron (9) mit dem Suprapericardialkörper der Elasmobranchier (26) und der Amphibien homologisirt wird. Diese Ausstülpung rechne ich ohne Weiteres den Schlundtaschen zu, weil diese Zugehörigkeit, ganz unabhängig von dem späteren Schicksal dieser Ausstülpung, durch ihre nähere Lage zu der fünften (rudimentären) Schlundfurche und durch ihre Beziehung zu dem Gefässsystem bewiesen wird. Damit will ich aber die Frage, ob diese Ausstülpung die eigentliche fünfte Schlundtasche darstellt oder mehreren ungetheilten Schlundtaschen entspricht, gar nicht berühren, denn diese letzte Frage ist für meinen Zweck nicht so wichtig. Sicher ist es nur, dass die in Frage stehende Ausstülpung einen Theil derselben lateralen Ausbuchtungen des Vorderdarms (respiratorische Schläuche) darstellt, aus welchen auch die Schlundtaschen gebildet werden. Noch weiter hinterwärts finden wir noch zwei laterale Ausbuchtungen, welche ebenso eine unmittelbare Verlängerung der respiratorischen Schläuche darstellen und nichts anderes als Lungenanlagen sind.

Wenn wir die Lage der verschiedenen Schlundspalten und insbesondere diejenige der Schlundtaschen vergleichen, so finden wir, dass dieselben desto mehr ventralwärts verschoben sind, je weiter hinterwärts sie ihren Platz haben. Ausserdem, oder wenn man will, in Folge dessen sind je zwei entsprechende Schlundtaschen (rechte und linke) desto näher aneinander gerückt je weiter nach hinten sie liegen. Deshalb erscheint es ganz verständlich, dass die Lungenanlagen am meisten ventralwärts gelegen sind. Wir haben ausserdem gesehen, dass die Lungenarterie den hinteren unsegmentirten Theil desselben Gefässes darstellt, welches in engster Beziehung zu den hinteren arteriellen Bogen steht. Aus allen diesen Gründen ebenso als auch aus der Entwickelungsgeschichte der Lungen glaube ich das Recht zu haben, wenn ich sage, dass die Lunge nichts anderes als das hintere unsegmentirte Ende derselben lateralen Ausbuchtung des Vorderdarmes darstellt, welche etwas weiter nach vorn die Schlundtaschen bildet, und welche ich oben als respiratorische Schläuche bezeichnet habe. Wenn man also die Kiemen und die Lungen als ein demonstratives Beispiel zweier analogen aber nicht homologen Organsysteme darzustellen pflegt, so ist es noch sehr zweifelhaft, ob dieses Beispiel passt. Vielmehr scheint es sehr wahrscheinlich zu sein, dass diese beiden Organsysteme homolog sind.

Wenn es wirklich so ist, so fragt es sich, wo sind die Derivate der

Digitized by Google

letzten Schlundbogen? Wir haben gesehen, dass die hinteren Schlundfurchen desto weiter von den hinteren Schlundtaschen getrennt sind, je weiter nach hinten sie gelagert sind. Die in Frage kommenden Derivate können nicht den ganzen Zwischenraum zwischen der äusseren Oberfläche des Körpers und der Lungenanlage ausfüllen (wir kennen wenigstens keine entsprechenden Gebilde), sie müssen also entweder an der Oberfläche des Körpers oder in der Nähe der Lungen gesucht werden. Wo von diesen beiden Stellen — das zeigt uns die Richtung des Vagusstammes, welchen wir für den allgemeinen Nervenstamm der hintersten, nicht zur vollen Entwickelung gelangenden Schlundbogen anerkannt haben. Wenn wir ausserdem beachten wollen, dass die Entwickelung jedes knorpeligen Schlundbogens desto später anfängt und desto schwächer ausgeprägt erscheint, je weiter derselbe nach hinten gelegen ist und dass zu den hinteren Bogenknorpeln in derselben Reihenfolge die Knorpel der Larynx, der Trachea und der Bronchien sich anschliessen, wenn wir ausserdem uns erinnern, dass der Schildknorpel unzweifelhaft aus zwei zusammengeschmolzenen Schlundbogenknorpeln gebildet wird, was neuerdings Dubois (6) in vergleichend-anatomischem Wege bewiesen hat, so nehmen wir als sehr wahrscheinlich an, dass alle zahlreichen Knorpel der Luftgänge die Homologen der hinteren knorpeligen Schlundbogen sind. Aber immer ist es noch nur als sehr wahrscheinlich anzusehen, weil auch in dieser Frage vergleichend-morphologische Untersuchungen nothwendig sind.

Die Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit will ich folgender Weise kurz zusammenfassen.

1. Die zweite und die dritte Schlundspalte des Hühnchens ist eine wirkliche Spalte. Jede von denselben besitzt zwei Oeffnungen: eine dorsale (Schlundloch) und eine ventrale (eigentliche Schlundspalte). Die erste Schlundspalte besitzt nur das Schlundloch. Die vierte wird niemals durchbrochen. Ausserdem giebt es noch mehrere Bildungen, welche als vermuthliche rudimentäre Schlundspalten angesehen werden können, sowohl vor den echten als auch hinter denselben.

2. Die Lunge wird paarig angelegt und stellt nichts anderes, als den hinteren unsegmentirten Theil der seitlichen Ausbuchtungen des Schlundes (respiratorischen Schläuche) dar, deren mittlerer Theil zur Bildung der Schlundtaschen verwendet wird und der vorderer in der Bildung der Seessel'schen Tasche Theil nimmt. Larynx und Trachea werden aus einer unpaaren ventralen Vertiefung des Schlundes sammt den beiden symmetrischen, zwischen den hinteren Schlundtaschen und den Lungen liegenden Abtheilungen der respiratorischen Schläuche gebildet.

3. N. vagus muss als allgemeiner unsegmentirter Nerv der hinteren rudimentären Schlundspalten und Schlundbogen und deren Homologen an-

Digitized by Google

gesehen werden. Es giebt auch einige Gründe, die vermuthen lassen dass N. trigeminus als der zusammengeschmolzene Nervenstamm der vorderen rudimentären Schlundspalten betrachtet werden kann.

4. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Knorpel der Larynx, der Trachea und der Bronchien die Homologe der hinteren rudimentären Schlundbogen sind.

5. Art. pulmonalis erscheint schon in der Mitte des dritten Tages vor der Bildung der hinteren arteriellen Bogen und stellt ein ventrales paariges arterielles Gefäss dar, welches den hinteren Theil der respiratorischen Schläuche versorgt. Die hinteren arteriellen Bogen erscheinen als Commissuren zwischen der Lungenarterie und der Aorta.

6. Die Vena jugularis wird im Laufe der Entwickelung successiv Seitens dreier Nervenstämme langsam durchgeschnitten, ohne dass sie dabei ihre Continuität verliert.

7. Die Schlundspaltenorgane sind rudimentäre Sinnesorgananlagen.

8. Die embryonale Glandula thymus des Hühnchens entwickelt sich aus der dritten und vierten Schlundfurche und aus der dritten, vierten und fünften Schlundtasche. Es giebt auch eine vorübergehende Epithelverdickung an der zweiten Schlundtasche, welche wahrscheinlich der Thymus der Batrachier homolog ist.

Zum Schluss gestatte ich mir, Hrn. Professor O. Hertwig für seine höchst liebenswürdige Unterstützung während dieser Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Jena, den 10. August 1887.

Digitized by Google

Litteratur.

1. A. Milnes Marshall, On the head Cavities and associated Nerves of Elasmobranchs. *Quarterly Journal of microsc. Sciences.* 1881. New Series. Nr. LXXXI. p. 72.

2. A. Seessel, Zur Entwickelungsgeschichte des Vorderdarmes. *Dies Archiv.* 1877. S. 449.

3. A. Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* 1884. Bd. V. Hft. 1.

4. Derselbe, Studien u. s. w. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* 1886. Bd. VII. Hft. 1.

5. John Beard, The System of Branchial-Sense-Organs and their associated Ganglia in Ichthyopsides. *Quarterly Journal of microsc. Sciences.* 1885. p. 95.

6. Eug. Dubois, Zur Morphologie des Larynx. *Anatomischer Anzeiger.* 1886. Nr. 7 und 9.

7. J. W. van Wijhe, Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. *Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen.* Amsterdam 1883.

8. A. Froriep, Ueber Anlagen von Sinnesorganen u. s. w. *Dies Archiv.* 1885.

9. P. de Meuron, *Recherches sur le développement du thymus et de la glaude thyreoïde.* Dissertation. Genève 1886.

10. Baer, *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere.* Königsberg 1828—1837.

11. Balfour, *A Monograph on the Development of Elasmobranch Fishes.* 1878.

12. Milnes Marshall, The Development of the cranial Nerves in the Chick. *Quarterly Journal of microsc. Sciences.* 1878. Bd. XVIII.

13. Goette, *Die Entwickelungsgeschichte der Unke.* Leipzig 1875.

14. Moldenhauer, Die Entwickelung des mittleren und äusseren Ohres. *Morphologische Jahrbücher.* 1877. Bd. III.

15. A. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig 1879. 2. Aufl.

16. W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* I—III. Leipzig 1880—85.

17. Derselbe, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* Leipzig 1868.

18. Derselbe, Ueber den Sinus praecervicalis und über die Thymusanlage. *Dies Archiv.* 1886. S. 421.

19. Maurer, Mittheilungen über die Schilddrüse und Thymus der Knochenfische. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft.* 1885. XIX. S. 44.

20. J. van Bemmelen, Die Visceraltaschen und Aortenbogen bei Reptilien und Vögeln. *Zoologischer Anzeiger.* 1886. Nr. 231. 232.

21. N. Kastschenko, Methode zur genauen Reconstruction kleinerer makroskopischer Gegenstände. *Dies Archiv.* 1886. S. 388.

Digitized by Google

23. Derselbe, Die graphische Isolirung. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. Nr. 13.

23. Derselbe, Die graphische Isolirung bei mittleren Vergrösserungen. *Anatomischer Anzeiger* 1887. Nr. 18 und 19.

24. Derselbe, Das Schicksal der embryonalen Schlundspalten bei Säugethieren. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1887. Bd. XXX. Hft. 1.

25. W. Müller, Beobachtungen des pathologischen Instituts zu Jena. Ueber die Entwickelung der Schilddrüse. *Jenaische Zeitschrift* u. s. w. 1871. Bd. VI. S. 428.

26. Van Bemmelen, Ueber vermuthliche rudimentäre Kiemenspalten bei Elasmobranchiern. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* 1885. Hft. II.

27. Remak, *Untersuchungen über Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1855.

28. A. Froriep, Ueber das Homologon der Chorda tympani bei niederen Wirbelthieren. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. Nr. 15.

29. Franklin P. Mall, Entwickelung der Branchialbogen und -Spalten des Hühnchens. *Dies Archiv.* 1887.

30. C. Gegenbaur, Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes. *Morphologische Jahrbücher.* 1887. Bd. XIII. Hft. 1.

31. J. E. V. Boas, Ueber die Aortenbogen der Wirbelthiere. *Ebenda.* S. 115.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVII—XIX.)

Alle Zeichnungen, mit Ausnahme der Fig. 17 auf Taf. XVIII, welche einzelne Schnitte darstellt, sind nach meiner Methode der graphischen Isolirung, welche ich in einer Reihe von kleinen Mittheilungen beschrieben habe (siehe Litteraturverzeichniss: 21, 22 und 23), gemacht. Wenn man diese Zeichnungen mit denjenigen, welche meiner vorhergehenden Arbeit (24) beigelegt sind, vergleicht, so bemerkt man einen bedeutenden Unterschied zwischen den beiden Serien, welcher hauptsächlich darin besteht, dass das Verständniss der Zeichnungen jetzt erleichtert ist. Dieses Resultat habe ich zum Theil damit erzielt, dass ich jetzt die Objecte nur ausnahmsweise als durchsichtig darstelle, was ich früher fast immer machte. Auch die Möglichkeit stärkere Vergrösserungen anzuwenden hat sich in dieser Beziehung als sehr nützlich erwiesen. Während der Ausführung meiner eben citirten Arbeit waren die Vergrösserungen, welche ich während der graphischen Isolirung verwenden konnte, sehr beschränkt. Jetzt stehen diese Vergrösserungen in Folge der Vervollständigung der Methode schon weit über die wirklichen Bedürfnisse, welche ich während der Ausführung dieser Arbeit hatte.

Die graphische Isolirung ist stets mit dem Mikroskop v. Hartnack und mit dem Zeichenapparat v. Oberhäuser vollzogen. Ich habe mich bemüht, verschiedene Organe möglichst von demselben Embryo darzustellen, um damit das Vergleichen zu erleichtern.

An den meisten Zeichnungen sind statt der Vergrösserungen die Objectsysteme angegeben. Deshalb beachte man, dass mit dem Zeichenapparat von Oberhäuser die hier gebrauchten drei Objective nach meiner Berechnung folgende Vergrösserungen geben:

System 1 = 42
„ 2 = 60
„ 4 = 120

(Das Zeichenpapier liegt auf dem Tisch, der Tubus des Mikroskops ist eingeschoben).

Digitized by Google

Alle Zeichnungen gehören dem Hühnerembryo an. Alle Profilbilder stellen die linke Seite dar, mit Ausnahme der Figg. 4 und 5. Leider waren meine beiden Embryonen aus diesem Entwickelungsstadium an der linken Seite etwas verletzt. Deshalb habe ich die rechte Seite dargestellt, aber, behufs Erleichterung des Vergleiches mit den anderen entsprechenden Figuren umgekehrt (als Spiegelbild) gezeichnet. Man bekommt ein vollständig naturgetreues Bild, wenn man diese Zeichnungen gegen das Licht von der Rückseite betrachtet.

Allgemeine Bezeichnungen.

$_1A, _2A$... = erster, zweiter, u. s. w arterieller Bogen.
Ao = Aorta.
Aoph = Art. ophthalmica.
äG = äusserer Gehörgang.
äM = äussere Mundbucht.
Bth = die Epithelanschwellung, welche vermuthlich der Thymusanlage der Batrachier homolog ist.
Crc = Art. carotis communis.
Cre = Art. carotis externa.
Cri = Art. carotis interna.
$_1F, _2F$ ... = erste zweite u. s. w. Schlundfurchen.
Fc = N. facialis.
Fn = Funiculi praecervicales.
Ga = Ganglion acusticum.
GG = Ganglion Gasseri.
Ggn = Ganglion geniculi.
Gn = Ganglion nodosum.
Gpr = Ganglion petrosum.
GAF = Anlage des Gangliensystems des N. acustico-facialis.
GGlV = Anlage des Gangliensystems des N. glossopharyngeo-vagus.
GTr = Anlage des Gangliensystems des N. Trigeminus.
Gl = N. glossopharyngeus.
Hgl = N. hypoglossus.
Hp = Hypophysis.
iA = intermediärer Arterienbogen.
iM = innere Mundbucht.
iT = vermuthliche intermediäre Schlundtasche.
J = Vena jugularis.
Kd = Kiemendeckel von Rathke.
Knw = Kopfnickerwulst von Froriep.
Kr = Kropf.
Krn = Kopfrinnen.
L = Linse bez. Linseneinstülpung.
$_1L, _2L$... = erstes zweites u. s. w. Schlundloch.
Lg = Lungen bez. deren Anlage.
Lga = Lungenarterie.
Lt = Labyrinth bez. Labyrintheinstülpung, auch knorpeliges Labyrinth.
Lr = Larynx bez. seine Anlage.
Mg = Magen.

Digitized by Google

Ngr = Nasengrübchen.
Np = N. petrosus superficialis major.
Obk = Oberkieferfortsatz des ersten Schlundbogens.
Oe = Oesophagus.
Pa = Ausstülpung der Pericardialhöhle.
pP = primäre Paukenhöhle.
prA = primäre Augenblase.
$_1Prs$, $_2Prs$... = Processi sensorii der Ganglien.
Prsu = Processus sensorius ultimus Ganglii nodosi.
RT = Rathke'sche Tasche.
rT = vermuthliche rudimentäre Schlundtaschen.
rSl = respiratorischer Schlauch.
$_1S$, $_2S$... = erste, zweite u. s. w. Schlundspalte.
sA = secundäre Augenblase.
$_1So$, $_2So$... = erstes zweites u. s. w. Schlundspaltenorgan.
ST = Seessel'sche Tasche.
sP = secundäre Paukenhöhle.
Szl = Schulterzungenleiste von Froriep.
$_1T$, $_2T$... = erste, zweite u. s. w. Schlundtasche.
Th = Thymusanlage.
Thr = Thyreoideaanlage.
Tr = Trachea, bez. ihre Anlage.
Trg_1, Trg_2, Trg_3 = erster, zweiter und dritter Ast des N. trigeminus.
Utk = Unterkieferfortsatz des ersten Schlundbogens.
Uw = Urwirbel.
V = N. vagus.
v. D = vordere Darmpforte.

Taf. XVII.

Figg. 1, 2, 3 und 7 gehören einem und demselben Embryo aus dem Ende des zweiten Tages an; Figg. 4 und 5 ebenso einem anderen aus dem Anfang des dritten Tages; Figg. 6 und 8 ebenso einem dritten aus dem Ende des dritten Tages der Bebrütung. Alle sind bei System 2 von Hartnack dargestellt.

Fig. 1. Bauchseite, etwas von rechts. Die Zeichnung stellt den isolirten Epithelüberzug der äusseren Oberfläche und des Darmcanals dar. Das obere Keimblatt ist an der Uebergangsstelle zum Amnion umschnitten, das untere in der Nähe der vorderen Darmpforte.

Fig. 2. Aeussere Oberfläche des Körpers von der dorsalen und linken Seite.

Fig. 3. Die entsprechenden inneren Organe.

Fig. 4. Aeussere Oberfläche.

Fig. 5. Die entsprechenden inneren Organe.

Digitized by Google

Fig. 7. Dasselbe was auf Fig. 3 abgebildet ist, aber mit Beseitigung des Nervensystems eines grösseren Theiles der linken Vena jugularis und der Urwirbel.

Fig. 8. Die inneren Organe des Schlundspaltengebietes (entspricht der Fig. 6).

Taf. XVIII.

Fig. 9. Aeussere Oberfläche des Schlundspaltengebietes eines Embryo aus dem Ende des vierten Tages. 1. System von Hartnack.

Fig. 10. Die inneren Organe des Schlundspaltengebietes. Entspricht der Fig. 9 und stellt dieselbe Vergrösserung dar (während des Vergleichs der entsprechenden Zeichnungen beachte man, dass dieselben nicht immer in vollständig gleicher Weise auf der Tafel placirt sind).

Fig. 11. Das Schlundspaltengebiet eines Embryo aus dem Anfang des vierten Tages von der ventralen Seite. Die Zeichnung stellt eigentlich den isolirten Epithelüberzug der äusseren Oberfläche des Körpers und denselben des Darmcanals nebst den zwischenliegenden Gefässen dar. Die Schnittebene der Schlundspalten ist die Oberfläche eines wirklichen Schnittes. Der Oesophagus ist weiter ventralwärts durchschnitten. 2. System von Hartnack.

Fig. 12. Der Epithelüberzug des Vorderdarmes eines Embryo aus dem Anfang des dritten Tages (derselbe Embryo, welcher auf den Figg. 4 und 5, Taf. XVII abgebildet ist). Von links und etwas von der ventralen Seite. 2. System von Hartnack.

Fig. 13. Epithelüberzug des respiratorischen Gebietes des Darmcanals eines Embryo aus dem Ende des dritten Tages (derselbe Embryo, welcher auf den Figg. 6 und 8, Taf. XVII abgebildet ist). 2. System von Hartnack.

Fig. 14. Dasselbe was auf der Fig. 11 abgebildet ist, aber von der dorsalen Seite und ohne Gefässe.

Fig. 15. Diese Figur stellt die Beziehung des Ganglion nodosum zu den beiden letzten Schlundspaltenorganen eines Embryo aus dem Ende des vierten Tages (derselbe Embryo, welcher in Figg. 9 und 10 abgebildet ist) dar. 2. System von Hartnack.

Fig. 16. Schlundspaltengegend des Darmcanales eines Embryo aus dem Ende des vierten Tages, von dorsaler Seite und etwas von links (isolirter Epithelüberzug) 1. System von Hartnack.

Fig. 17. Drei successive Schnitte durch das zweite Schlundspaltenorgan eines Embryo aus dem Anfange des vierten Tages (derselbe Embryo, welcher in Figg. 11 und 14 abgebildet ist). Die Schnitte sind quer zu der Längsaxe des Embryo, also längs des Schlundes durchgeführt. Ihre Reihenfolge von der dorsalen nach der ventralen Seite ist durch 1, 2, 3 bezeichnet. 4. System von Hartnack.

Taf. XIX.

Fig. 18. Die Gegend der hinteren Schlundspalten von demselben Embryo, welcher in Fig. 23 abgebildet ist, aber bei stärkerer Vergrösserung und mit Beseitigung der V. jugularis. 2. System von Hartnack.

Digitized by Google

Fig. 19. Das erste Schlundspaltenorgan nebst seiner Umgebung von einem 8 tägigen Embryo. Die Schnittebene der verschiedenen Organe ist die Oberfläche eines wirklichen Schnittes, welcher genau durch die Axe des Stielet des Schlundspaltenorganes durchgeführt ist. Andere Theile der Zeichnung liegen medianwärts von dieser Ebene. Ganglion geniculi und die angrenzenden Nervenstämme schimmern durch die innere Wand der V. jugularis durch. Dieses Schlundspaltenorgan gehört der rechten Seite desselben Embryo, dessen linke Seite in Fig. 24 abgebildet ist. In Folge der schiefen Lage des Kopfes zu der Sagittalebene sind die beiden Schlundspaltenorgane von verschiedenen Gesichtspunkten sichtbar.

Fig. 20. Die hinteren Schlundspalten nebst ihren Derivaten eines 6 tägigen Embryo. Ansicht von vorn. 2. System von Hartnack.

Fig. 21. Ein 40 μ dicker sagittaler Ausschnitt aus dem ersten Schlundspaltenorgan nebst dem anliegenden Theil der ersten Schlundtasche (derselbe Embryo, welcher in Figg. 22 und 23 abgebildet ist). 4. Syst von Hartnack.

Fig. 22. Die äussere Oberfläche des Schlundspaltengebietes eines 6 tägigen Embryo. 1. System von Hartnack.

Fig. 23. Die inneren Organe des Schlundspaltengebietes desselben Embryo. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 24. Die Hauptconturen des Hinterkopfes und des Halses eines 8 tägigen Embryo nebst den entsprechenden inneren Organen. Die Haut ist rings um den äusseren Gehörgang abgeschnitten. Von den knorpeligen Theilen ist nur das Labyrinth dargestellt. Der äussere ventrale Rand desselben ist abgeschnitten. Dio knorpelige Cochlea liegt in der Tiefe und ist zum Theil zu sehen. V. jugularis ist am unteren Ende abgeschnitten, damit die tiefer liegenden Organe gesehen werden konnten. Vergrösserung 22 fach (1 Syst. v. Hartnack ohne unterer Linse).

Digitized by Google

Ueber die Condylen des Hinterhauptes.

Von

Dr. med. Carl Strecker
in Berlin.

Reichert's Untersuchungen über die Verhältnisse, welche bei den Condylen des Hinterhauptes nach mathematischen Berechnungen über die Functionen der Gelenkflächen Aufschluss geben sollten, waren durch den Tod des Untersuchers unterbrochen und nicht veröffentlicht. Diese wieder aufzunehmen und fortzusetzen, waren die Ziele dieser Arbeit. Ehe ich jedoch die Hauptpunkte, die hierbei von Bedeutung sind, festgestellt hatte, fiel mir die Inconstanz der Formation der Gelenkflächen auf, und eine genauere Betrachtung ergab, dass eine weitere Verfolgung der Ziele, wie Reichert sie sich gestellt hatte, nicht möglich sei, wenn nicht die Inconstanz der Condylen untersucht und eine Grundform gefunden würde.

Es war daher mein Bestreben, die Unbeständigkeit der Gelenkflächen auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zu erklären. Albrecht's Arbeiten über die Ossificationscentren und seine Theorien über die Bildung des Atlanto-occipital-Gelenkes waren es ferner, die mir die Aufgabe stellten, auch nach dieser Richtung mein Augenmerk zu lenken. Ausserdem glaubte ich durch Untersuchungen über die Function und den physiologischen Werth des Gelenkes, sowie durch Berücksichtigung der bei der Entwickelung des Individuums vorkommenden Abnormitäten Einsicht in die verschiedenartigen Formationen der Gelenkflächen zu erhalten.

Vergleichend anatomische Untersuchungen.

I. Fische.

Untersuchungen an Fischskeletten sind bei der Seltenheit ausreichenden Materials sehr schwierig anzustellen und nur Wenigen ist Gelegenheit dazu

Digitized by Google

geboten. Grössere Arbeiten sind von Cuvier und Meckel erschienen, vor Allem ist aber das ausgezeichnete Werk von L. Agassiz über die fossilen Fische mit Rücksicht auf die jetzt lebenden und durch die Vergleichung dieser mit den Reptilien mir sehr werthvoll gewesen, so dass ich mich im Grossen und Ganzen auf dieses Werk gestützt habe.

Nach Agassiz ist die Chorda dorsalis und die fortschreitende Entwickelung der Wirbelsäule als Ausgangspunkt der Betrachtungen aufzunehmen.

Bei den niedrigsten Fischen, bei denen nur eine Chorda existirt, kann ebensowenig, wie von Gelenken in der Wirbelsäule, von einem Atlanto-Occipitalgelenk und somit von Condylen am Hinterhaupt die Rede sein.

Mit dem allmählichen Auftreten einer soliden Wirbelsäule, sei diese nur aus Knorpel, oder auch wie später aus Knochen gebildet, erscheint eine Segmentirung in einzelne Wirbel. Man findet hier die Wirbelkörper als walzenförmige Stücke, die sowohl an der craniopetalen, wie auch an der caudopetalen Fläche conische Vertiefungen haben, die anfangs soweit gegen einander reichen, dass der Wirbelkörper durchbohrt ist, so dass die Chorda ununterbrochen bleibt. Zwischen den Wirbeln findet sich dabei eine faserige Masse, welche die Wirbel fest und wenig beweglich zu einander verbindet. Bei den Knorpelfischen ist dies auch der allgemeine Bau des Atlanto-Occipitalgelenkes. Zwei Gattungen jedoch, die allerdings auf der Grenze zu den eigentlichen Knochenfischen stehen, machen eine Ausnahme. Vor Allem zeigt Lepidosteus durch die ginglymusartige Beweglichkeit seines Kopfes um eine bilaterale Achse zur Wirbelsäule, eine Erscheinung, auf die zuerst Agassiz aufmerksam gemacht hat, dass der anatomische Bau des Atlanto-Occipitalgelenkes ein besonderer sein muss. In der That besitzt auch der Atlas nicht die den anderen Wirbeln typische conische Vertiefung auf seiner cranialen Fläche, sondern der Körper des Atlas ist solide, dabei im bilateralen Durchmesser verbreitert, im dorsoventralen dagegen verschmälert und trägt einen wulstartigen Knopf, der im Allgemeinen abgerundet ist und in bilateraler Richtung sich etwas dorsal wendet, so dass er einen sehr flachen Kreisbogen beschreibt. Die Oberfläche ist mit Knorpel bedeckt, sodass dieser Vorsprung als Gelenkkopf imponirt. Das caudopetale Ende des Hinterhauptes besitzt am ventralen Rande des Medullarrohres eine dasselbe zum Theil umlaufende, dem Gelenkkopf des Atlas entsprechende Gelenkvertiefung, die jedoch ein wenig breiter und flacher ist. Es ist dies

Digitized by Google

in bilateraler Richtung weniger ausgedehnt ist. Eine dem entsprechende Abweichung zeigt auch die Hinterhauptsgelenkfläche. Ausserdem sind an beiden lateralen Seiten dieser Gelenkpfanne, ein wenig in dorsaler Richtung (also höher), zwei kleine, von den lateralen Stücken des Occiput entspringende und caudopetal gerichtete griffelförmige Fortsätze, welche mit den lateralen Partien des Atlas mit flachen Gelenkflächen zu articuliren scheinen. Die Beweglichkeit des Kopfes bei Polypterus muss demnach eine beschränktere sein, als bei Lepidosteus.

Bei den Knochenfischen ist das Atlanto-Occipitalgelenk für gewöhnlich so eingerichtet, dass am Hinterhaupt, ventral vom Medullarrohr, ein cylindrischer, nur dorsal etwas abgeflachter Knochen vorhanden ist, der nach dem cranialen Ende in die Kopfknochen übergeht, nach dem caudalen durch eine fast senkrecht zur cranio-caudalen (Längs-) Achse der Wirbelsäule stehende Faserplatte concav endet. Der Faserknorpel zwischen diesem Knochen und dem nächsten caudalen Wirbel (dem Atlas) ist biconvex, wie eine intervertebrale Bandscheibe. Bei nur wenigen Fischen fehlt dieser Faserknorpel und es ist eine Gelenkhöhle von sehr geringer Ausdehnung vorhanden. — Ausserdem befinden sich lateral und dorsal vom Medullarrohr je ein verhältnissmässig kleiner Knochenvorsprung, der, caudal gerichtet, oft den Atlas berührt, zuweilen sogar mit ihm articulirt. Gelenke, die derartig zusammengesetzt sind, zeigen, ähnlich einem Wirbelsäulengelenk der höheren Säugethiere, nur wenig Beweglichkeit.

II. Reptilien und Amphibien.

Von den Amphibien haben nur die Frösche zwei Condylen, während die übrigen nur einen in der Medianlinie gelegenen besitzen.

a) Bei den Schildkröten befindet sich nur ein Condylus, wie ihn auch Cuvier und Meckel beschrieben haben. Bei allen liegt die Condylenfläche auf einem gemeinsamen Knochen, der jedoch nach der Formation der Oberfläche sich verschiedenartig gestaltet. Bei den Landschildkröten findet man nach Cuvier einen einfachen Condylus, der durch eine in der Medianlinie liegende und von dem dorsalen zum ventralen Rande sich abflachende Furche facetirt ist; bei den Meerschildkröten jedoch einen Condylus, dessen Oberfläche Kleeblattform zeigt.

Ich habe nunmehr Folgendes gefunden:

Bei Testudo ist ventral vom Foramen magnum ein auf einem eingeschnürten Halse aufsitzender, fast halbkugeliger Kopf. Derselbe ist auf seiner dorsalen Seite abgeplattet, so dass die Peripherie der Oberfläche nicht ganz kreisrund ist. Ferner verläuft von dem dorsalen Rande aus in der

Digitized by Google

Medianlinie bis über die Mitte der Gelenkoberfläche eine flache Furche, die an ihrem ventralen Ende in einer abgerundeten Grube endet; das dorsale Ende dieser Grube geht auf den Condylenhals über.

An Chelonura-Arten zeigt sich, dass der Condylenhals sich aus drei Theilen zusammensetzt, ebenso auch die Condylenoberfläche. Der Hals ist durch eine auf ihm verlaufende dorsale Furche ziemlich tief eingeschnitten. Auf dem lateralen nach dem Condylenende caudal verlaufenden Flächen zeigt sich eine gleiche besonders am caudalen Abschnitt stark ausgeprägte Furche. Die Condylenoberfläche entspricht dem Condylenhalse; sie ist von den lateralen Seiten her durch Furchen getheilt. Die lateralen Furchen beginnen lateral und ventral und concurriren gegenseitig und mit dem Mittelpunkte des fast direct caudal und ventral gerichteten Condylus in einer tiefen ziemlich kreisrunden Grube. Die drei so entstandenen Gelenkflächen sind der äusseren Form nach gleich gross, die lateralen an ihren freien Rändern abgerundeter. Die Oberfläche des medialen sieht direct caudoventral, die lateralen bei gleicher Richtung etwas lateral.

Einen gleichen Condylus hat Chelonia caretta, jedoch ist die auf der Condylenoberfläche medial verlaufende Furche tiefer und die in der Mitte liegende Grube stärker nach der medialen Furche geneigt. Das craniale Ende des Atlas zeigt drei durch ziemlich hohe Leisten getrennte Gelenkflächen um eine Oeffnung gruppirt, in welche ein Fortsatz des zweiten Halswirbels hineinragt.

Chelonia olivana hat ebenfalls einen aus drei Theilen entstandenen Condylus; derselbe hat aber durch das stärkere Auseinanderweichen der beiden lateralen Theile, das sich besonders am dorsalen Rande geltend macht, im Ganzen eine Hufeisenform, die nach dem ventralen Rande etwas zugespitzt ist. Der mediale Theil hat an seinem dorsalen Rande drei unter Winkeln zusammenstossende Begrenzungen; die mediale bleibt frei und an die beiden lateralen setzen sich die medialen Ränder der lateralen Gelenktheile an.

b) Bei den Krokodilarten ist der in der Medianlinie stehende Condylus als Ganzes ventrocaudal gerichtet. Er besteht, wie man es an noch nicht verknöcherten Condylen sieht, aus dem dreitheiligen Halse und einer daraufsitzenden Epiphyse. Der Hals ist aus einem medialen und zwei lateralen Theilen gebildet; letztere nehmen zusammen nur ebensoviel Antheil an der Bildung des Condylus als der mediale. Die aufsitzende Epiphyse möchte ich mit einem Kugelabschnitt vergleichen, der durch eine dorsale Concavität, die sich als flache, breite Furche bis zur Mitte des Condylus erstreckt, so umgewandelt ist, dass sich ein hufeisenförmiger convexer Knochenwall als Randpartie besonders abhebt. Diese specielle Structur

Digitized by Google

geht bei älteren Thieren so weit verloren, dass auf der Condylenoberfläche nur eine mediale dorsoventral bis zum Mittelpunkt hin verlaufende schmale Furche übrig bleibt.

Die übrigen Saurier zeichnen sich durch einen ebenfalls in der Medianlinie stehenden, mässig breiten halbringförmigen Condylus aus.

Podimema und Chamaeleon zeigen einen caudal und etwas ventral gerichteten, hufeisenförmigen, in dem dorsoventralen und dem bilateralen Durchmesser gleichförmig abgerundeten Condylus; die dorsoventrale Krümmung ist jedoch stärker. Bei allen Condylen befindet sich eine in der Medianlinie über denselben fast bis zum ventralen Rande verlaufende Furche. Noch nicht synostotisch verwachsene Condylen lassen erkennen, dass sie aus zwei lateralen und einem fast doppelt so grossen medialen Theile zusammengesetzt sind.

Varanus, Psammosaurus und die noch nicht ausgewachsenen Exemplare von Monitor haben einen caudoventral gerichteten halbringförmigen Condylus, dessen Articulationsoberfläche durch eine bilateral verlaufende Kante in eine dorsocaudale und eine ventrocaudale getheilt wird. Der Condylus selbst ist nicht synostotisch fest, sondern besteht, so weit man aus den auf demselben gezeichneten Linien erkennen kann, aus sechs Feldern. Es concurriren z. B. beim Varanus folgende Theile: je ein lateral gelegener und die dorsolateralen Theile des Condylus bildender Höcker, dessen dorsaler, lateraler und ventraler Rand bogentörmig ineinander übergeht, dessen medialer Rand erst dorsoventral geht, dann sich fast rechtwinklig lateral wendet, um ein Stück gerade lateral zu laufen, endlich nochmals rechtwinklig abknickt, um direct dorsoventral zu ziehen und mit dem ventralen bogenförmigen Rande zusammenzustossen. (Die erstere, dorsal gelegene, rechtwinklige Aenderung des geradlinigen Verlaufes habe ich in der weiteren Beschreibung kurz als „Treppensatz" bezeichnet.) Ventral schiebt sich nun gegen die beiden lateralen Theile bis an die ventromedialen Ecken ein unpaarer medialer Theil heran, dessen caudaler Rand wulstig und convex endet. In sagittaler Richtung ist diese Knochenplatte auf der ventralen Fläche concav. Dorsal kommt vom Boden der Schädelhöhle ebenfalls eine fast vierseitige Knochenplatte hervor, die bis an den „Treppensatz" der lateralen Theile vordringt und hier scharfkantig endet. Auch diese Knochenplatte ist auf der dorsalen Fläche in sagittaler Richtung concav. An den freien (caudalen) Rand dieser Knochenplatte setzt sich unter einem fast rechten Winkel ein kleines, dreieckig gleichschenkliges Knochenstück mit ventrocandalgerichteter Spitze; seine Fläche selbst richtet sich dorsocaudal. Es bleibt nunmehr ein dem höchsten Theil des Condylus entsprechendes Feld übrig, begrenzt von dem caudalen convexen freien Rande des ven-

Digitized by Google

tralen Theiles, von den lateralen Rändern des centralen Dreiecks und den medialen Rändern beider lateralen Theile, insoweit sie ventral vom Treppensatz erst in bilateraler, dann in dorsoventraler Richtung verlaufen. In diese Lücke legt sich ein schmetterlingsförmiger Knochentheil, dessen Fläche hauptsächlich caudoventral gerichtet ist. Von diesen den Condylus zusammensetzenden Knochentheilen gehen der ventrale, die beiden lateralen und der dorsale direct in die Schädelknochen über. Ob der ventrale mit dem dorsalen in dem weiteren craniopetalen Verlaufe zusammenstossen und wie sie sich zu den beiden centralen (dem dreieckigen und dem schmetterlingsförmigen) verhalten, lässt sich ohne Trennung der einzelnen Knochenstücke nicht nachweisen. In sagittaler Richtung zeigt der Condylus folgendes gegenseitiges Verhältniss der Krümmungsflächen: die dorsale Fläche, gebildet fast ausschliesslich von dem dorsalen Schaltstück und kleinen medialen Theilen der lateralen Stücke, ist schwach concav und schmal, soweit sie als Gelenkfläche in Betracht kommt. An diese setzt sich unter einem scharfkantigen Rande in dorsoventraler Richtung eine halbmondförmige, mässig convexe Fläche, die zum grössten Theil vom centralen Dreieck, aber auch von Theilen der lateralen Stücke und den dorsalen Theilen (den Flügeln) des schmetterlingsförmigen Mittelstückes gebildet wird. An diese concave halbmondförmige Gelenkfläche setzt sich eine von zwei parallelen Bogen begrenzte convexe Gelenkfläche. Sie bildet den Haupttheil der Articulation, besteht aus dem grössten Theil der lateralen Knochenstücke, aus der Spitze des centralen Dreiecks, aus dem Haupttheil des schmetterlingsförmigen Abschnittes und aus dem ventralen Schaltstück. Ihr verdankt der Condylus seine bilaterale Krümmung, seine typische Richtung und seine vorzugsweise convexe Oberfläche. Diese Partie der Gelenkfläche, die also den ventralen Abschluss bildet, gleicht vielleicht der Hälfte einer Kugelzone; der dorsale Bogen (der mit der halbmondförmigen Fläche gemeinschaftlich ist) entspricht einem kleineren Kreise als der ventrale, der zugleich der freie ventrale Rand des Condylus ist, wo dieser mit dem ventralen Schaltstück craniopetal und concav verläuft.

Psammosaurus und Monitor (letzterer nur so lange unter den betreffenden Knochentheilen keine Synostose eingetreten ist) zeigen dieselbe Formation mit nur geringfügigen Modificationen. Die Articulationsfläche am

Digitized by Google

aus der dorsalen, in der Mitte gelegenen Partie des Atlasgelenkes bestehend, der halbmondförmigen concaven Articulation des Condylus entspricht.

Die Beweglichkeit des Kopfes auf dem Atlas ist bei diesen Thieren eine ziemlich beschränkte und besteht in Drehungen um eine bilaterale und eine craniocaudale Achse. Eine Bewegung rein um eine dorsoventrale Achse dürfte wohl nicht vorhanden, aber durch componirte Bewegung um die beiden ersten Achsen ausführbar sein.

c) Die Ophidier zeigen bezüglich ihrer verschiedenen Breite des Kopfes keinen wesentlichen Unterschied in der äusseren Configuration des Condylus. Alle haben ventral vom Foramen magnum einen direct caudopetal gerichteten Condylus, dessen mediale Partie vom dorsalen Rande bis auf die caudale Fläche stark vertieft ist. Bald ist der Spalt breiter, bald schmaler, so dass der Condylus sich der Hufeisenform der Saurier nähert. Bei allen besteht der Condylus aus zwei lateralen und einem medialen ventral gelegenen Theile, der besonders gross ist und auf den sich die mediale, dorsal herabkommende Furche mit erstreckt.

Bei Python und Boa, wo die lateralen Theile nicht weit entfernt sind, findet sich auf der ventralen Fläche des Os basilare craniopetal und lateral vom Condylus auf beiden Seiten ein ziemlich stark ausgeprägter Knochenvorsprung (Processus praecondyloideus), zwischen welchen einerseits und dem Condylus als solchem anderseits der ventrale Arcus atlantis bei starker Drehung des Kopfes ventralwärts um die bilaterale Achse (also bei sogenanntem Beugen des Kopfes) sich einlegt. Bei Echidna fehlen diese Proc. praecondyloidei; auch stehen die lateralen Articulationspartien weiter auseinander.

d) Die Batrachier haben, wie bereits oben erwähnt ist, zwei Condylen. Diese stehen an den lateralen Partien des ventralen Randes des Foramen magnum, und jeder dieser Condylen wird nur aus den sogenannten Partes condyloideae des Os occipitis gebildet, indem in keiner Weise das Os basilare nach den Seiten hin zur Bildung einer Articulationsfläche Fortsätze sendet. Die Condylen sind direct caudal gerichtet und stehen ziemlich weit auseinander.

Bei Bufo ist jeder Condylus durch eine bilateral verlaufende Leiste in zwei fast gleich grosse, sehr flach convexe Flächen getheilt, von denen die eine dorsocaudal, die andere ventrocaudal gerichtet ist. Beide Flächen stossen in einer gemeinsamen Kante zusammen, die direct caudal gerichtet ist.

Die Hinterhauptscondylen von Rana haben keine solche Kante; die Condylen werden nach dem ventralen Ende zu schmaler, wenden sich, wenn auch nur wenig, nach der Medianlinie und ihre Oberfläche, die direct

Digitized by Google

candal gerichtet ist, zeigt eine starke Convexität in sagittaler Richtung; auch in der Richtung vom medialen zum lateralen Rande hat jeder Condylus eine Convexität, so dass die Gelenkfläche zugleich etwas lateral geneigt ist.

Diese Neigung bez. allgemeine Krümmung der Condylenflächen ist bei Pipa gar nicht vorhanden. Dieser Batrachier hat vielmehr ganz flache Condylenoberflächen, die caudolateral gerichtet sind, so dass ihre medialen Theile mehr gegen die Wirbelsäule vordringen als ihre lateralen.

Der Atlas sämmtlicher Batrachier zeigt zwei Gelenkflächen, entsprechend den Hinterhauptscondylen, die durch Knochenspangen vereint sind.

Die Beweglichkeit des Batrachierkopfes ist eine bekanntlich ziemlich freie und scheint um drei Achsen möglich zu sein, vor Allem um eine bilaterale.

III. Vögel.

Cuvier und ganz besonders Meckel haben die Articulation des Kopfes mit der Wirbelsäule bei den Vögeln unter besonderer Beachtung einzelner Differenzirungen der Arten in ihren Werken über vergleichende Anatomie abgehandelt.

So sagt Cuvier: La tête des oiseaux est disposée de manière à exercer des mouvements très marqués sur la colonne vertebrale, elle est toujours articulée en arrière par un seul condyl ou tubercule hémi-spherique situé au bas du grand trou occipital. Ce tubercule est reçu dans une fossette correspondante du corps de la première vertébre. Il en résulte non seulement que le mouvement a plus d'étendue dans le sens vertical, mais qu'il y a une rotation horizontale: aussi voyons nous les oiseaux tourner leur tête au point de placer leur bec entre les ailes, lorsqu'ils veulent dormir tandisqu'aucun mammifère ne peut porter le museau dans cette position. Die Beschreibung des Atlas lautet: La première vertèbre des oiseaux est un simple anneau osseux, un peu plus épais en devant où il s'articule avec le condyle occipital et en dessous par une facette plane avec le second vertèbre.

Meckel beschreibt ebenfalls den einzigen Condylus der Vögel. Dabei lässt er das Os occipitis aus vier Theilen: der Schuppe, dem Körper und den beiden Gelenkstücken bestehen und letztere drei zur Bildung des Condylus zusammentreten. Eine genaue Angabe über die Zeit des Verschmelzens der einzelnen Theile vermag er nicht zu geben.

Die Gestalt und Form des Condylus ist bis auf Grössenunterschiede und geringe Abweichungen bei den Vögeln überall gleich, so dass sich bei

Digitized by Google

weiten Grenzen nur drei Gruppen aufstellen lassen, die ineinander übergehen.

a) Raubvögel und die sich ihnen nähernden Species haben einen kugelrunden, verhältnissmässig grossen, ventral vom Foramen magnum caudopetal gerichteten Condylus, an dessen Bildung sich ganz besonders das Os basioccipitale betheiligt. Der Uebergang des Condylus in die ventrale Fläche des Hinterhauptes ist durch eine tiefe Einbuchtung gebildet; in diese Grube legt sich bei starker Flexion des Kopfes der ventrale Atlasring, so dass eine seitliche oder rotirende Bewegung unmöglich wird. Selten findet sich bei einzelnen Exemplaren der Condylus durch eine mediane, am dorsalen Rande beginnende Furche vertieft.

b) Sämmtliche Singvögel und Zartschnäbler haben einen zum Kopf verhältnissmässig sehr kleinen Condylus, der sich vom Os basioccipitale nur durch einen ihn umziehenden Graben abgrenzt. Einige grössere Vögel zeigen auf der Oberfläche des Condylus eine grubenartige Vertiefung.

c) Alle Hühner-, Strauss- und Wasservögel haben einen breiten, dorsal vertieften Condylus, der nach Meckel „sich den Amphibien nähert und vielleicht eine Annäherung an die Säugethierspaltung ist". — Die grossen Laufvögel haben noch einen fast halbkugeligen Condylus, der etwas ventral gerichtet ist. Er ist am dorsalen Rande etwas abgeflacht und zeigt eine in der Medianlinie verlaufende, bis über die Mitte sich erstreckende Furche. Der Condylus ist im Verhältniss zum Kopf ziemlich gross.

Die grossschnäbeligen Sumpfvögel haben einen gleichgebauten Condylus, der jedoch im Verhältniss zum Kopf und Schnabel sehr klein ist und sich nur wenig von seinem Ursprunge abhebt. Die anderen Wasservögel und auch die Hühnervögel besitzen einen gut entwickelten Condylus, dessen Gestalt nach Meckel herzförmig ist. Es zeigt sich nämlich, dass er doppelt so breit (bilateral) als hoch (dorsoventral) in seinem Durchmesser ist; ferner, dass der ventrale Rand convex, der dorsale concav ist, und dass die lateralen Ränder in convexer Abrundung beide vorher beschriebenen Ränder vereinen. Ich möchte daher die ausgeprägten Formen nieren- bis hufeisenförmig nennen, wobei ich nicht unerwähnt lassen will, dass diese Condylenform bei vielen Vögeln sich der herzförmigen nähert.

Wie bei den Raubvögeln, findet sich auch bei vielen Hühner- und Wasservögeln in dem Os basi-occipitale, craniopetal vom Condylus, auf der ventralen Fläche eine Grube, gegen die der Condylus concav abfällt; bei Einigen ist diese Grube durch eine Medianleiste getheilt.

Zur Entstehung des Condylus aus dem Os basi-occipitale und den beiden Exoccipitalia, wie sie Meckel beschrieben, habe ich noch hinzuzufügen, dass es vor Allem das Os basi-occipitale ist, welches den Condylus bildet. So

Digitized by Google

z. B. bei einem zweimonatlichen Huhne. Es geht hier von dem dorsalen, concaven Rande des Condylus, nicht weit von den lateralen Enden beiderseits eine Furche über den Condylus hinweg, und zwar in der Richtung lateral und ventral (nach aussen und unten). Rechts ist die Furche tiefer, scharf in den Knochen einschneidend, links flach und mit abgerundetem Grunde. Diese Furchen theilen den Condylus in drei Felder; das mediale Feld, dem Os basi-occipitale angehörig, ist vier- bis fünfmal grösser, als ein laterales. Es wird begrenzt von einem kleineren dorsalen und einem grösseren ventralen Bogen und zwei in der gedachten Verlängerung unter einem halben Rechten sich schneidenden lateralen geraden Linien. Die Oberfläche dieses Bogentheiles ist convex. An die lateralen Ränder setzt sich auf jeder Seite ein Feld an, dessen mediale Begrenzung natürlich in die laterale des Bogenringes fällt, dessen sonstige Umrandung dagegen so abgerundet ist, dass der ganze Condylus eine nierenförmige Gestalt erhält.

IV. Säugethiere.

Der Typus der Säugethiere ist, dass sich am Hinterhaupte zwei Condylen vorfinden, eine Erscheinung, die nach Meckel's Ansicht unstreitig in der stärkeren Entwickelung des Gehirnes und dadurch des Schädels vorzüglich in seitlicher Richtung, wodurch der bisher einfache Höcker in zwei Seitenhälften auseinanderweicht, begründet ist. — Auch könnte ich die einzelnen Typen so ordnen, dass man das fortschreitende Auseinanderweichen der Condylen beobachten kann, da es viele Säugethiere giebt, bei denen die Condylen in einem ventralen Bogen sich so vereinigen, dass eine Articulationsfläche für den ventralen Atlasbogen entsteht. Eine solche Ordnung kann jedoch nur mit gewisser Freiheit der Grenzen errichtet werden.

Die Rosores haben im Allgemeinen schmale längliche Condylen, die mässig gewölbt sind und am ventralen Rande des Foramen magnum sich so weit nähern, dass bei Einigen nur eine schmale Rinne die Condylen trennt, während bei Anderen die Flächen direct in einander übergehen und auch eine in entsprechender Weise continuirliche Articulationsfläche auf dem ventralen Atlasbogen haben.

Für die alte Ordnung der Pachydermen lässt sich kein bestimmter allgemeiner Typus aufstellen. So hat der Elephant als Condylen zwei nicht weit auseinander stehende, gleichmässig runde Höcker. Die Krümmung in

Digitized by Google

kleiner und werden vom Os basi-occipitale geliefert, die lateralen sind grösser und gehören zu den Ossa exoccipitalia.

Hippopotamus hat nur wenig vorspringende Condylen, die mässig stark gewölbt sind und hauptsächlich in lateraler Richtung sich ausdehnen, wogegen beim Rhinoceros dieselben, zwar ebenso gestellt, aber sehr hoch sind, stark entwickelt, gewölbt, an ihren ventralen Theilen sich ziemlich nähern.

Bei den Sus-Arten finde ich zwei verschiedene Formen:

α) Sus scrofa dom. var. (neuseeländisches Maori-Schwein) hat einen sehr grossen, ventral gerichteten Proc. pneumaticus, ebenso sind die craniopetal verlaufenden Proc. jugulares ca. 5—6 cm lang. Die Condylen stehen fast senkrecht zur Längsachse des Kopfes (einer Linie, gezogen von der Mitte zwischen den beiden oberen Schneidezähnen zur Protuberantia occipitalis externa resp. der Medianlinie, wo sie den Torus schneidet); jeder derselben zeigt eine craniale, flache und eine caudale, stärker gewölbte, convexe Fläche, die beide in einer ventral gerichteten abgerundeten Kante von ungefähr einem rechten Winkel in einander übergehen. Der mediale Theil des Condylus neben dem Foramen magnum ist höher und fällt in lateraler und craniopetaler Richtung so ab, dass eine auf den höchsten Punkten des Condylus verlaufende Linie in einer craniopetal vorschreitenden Sagittalebene liegen würde. Die Condylen selbst sind vom Os occipitale ziemlich abgehoben und ventral und dorsal durch tiefe Gruben getrennt, in welche sich der ventrale und dorsale Atlasbogen hineinlegen kann. Die Condylen stehen dorsal weiter von einander entfernt als ventral, wo sie durch eine ca. 0·5 mm breite Furche getrennt sind.

Aehnlich gebaut zeigen sich die Condylen und deren Umgebung bei Sus larvatus.

β) Sus Tajassu zeigt hingegen folgende Verhältnisse: Die herzförmigen mässig grossen Proc. pneumatici sind spitz craniopetal an der ventralen Schädelbasis verlaufend; die Proc. jugulares bilden spitze kurze Kegel. Die Condylen stehen fast senkrecht zur Längsachse des Kopfes, jedoch etwas caudopetal gerichtet. An ihnen kann man eine craniopetale und eine caudopetale Fläche erkennen, die beide stark convex sind und in einer scharfen Kante zusammenstossen. Diese Kante liegt ungefähr genau in der Coronalebene des Kopfes und springt stark hervor, wie überhaupt der Condylus sich aus seiner Umgebung durch tiefe Gruben und besonders lateral gegen den Proc. jugularis durch tiefe Incisuren abhebt. — Zu diesem Typus gehört z. B. noch Dicotyles labiatus.

Einen Uebergang von der abgerundeten Form der Condylen zu der scharfkantigen ist bei einigen Exemplaren festzustellen.

Digitized by Google

Hufthiere.

Bos Bison. Die Condylen sind zwei auf dreiseitiger Basis aufsitzende Knochenwülste; an jedem derselben kann man eine craniopetale grössere und caudopetale kleinere Fläche unterscheiden, die sich in einer gemeinsamen, ziemlich spitzwinkeligen Kante berühren. Die caudopetale Fläche steht fast in der Dorsoventralebene, ist dreiseitig, so dass eine Seite parallel der Wirbelsäule verläuft, die zweite geht fast parallel dem Torus occipitalis und trifft sich unter einem Winkel von 40—50° mit der gemeinsamen Kante beider Gelenkflächen. Die craniopetale ist trapezförmig, so dass die kürzerere Parallele craniopetal liegt. Von der gemeinsamen Kante craniopetal erhebt sich die Gelenkfläche convex, um in welliger Ebene sich wieder zu senken und dann wieder aufsteigend auf der Höhe einer Welle craniopetal zu enden. Somit könnte man die craniopetale aus einer grösseren cranioventralen Erhöhung und einer kleineren (nur) ventralen Vertiefung aus gleicher Ebene entstanden und allmählich in einander übergehend sich vorstellen. Während dieses Verlaufes nähern sich die beiderseitigen Flächen beträchtlich der Medianlinie, um zuletzt etwas lateral abzuschweifen. Die caudopetale Fläche ist convex und hört scharf und plötzlich am Os occipitis auf. Der gesammte einzelne Condylus steht zur Längsachse des Schädels unter einem ziemlich spitzen Winkel (25—30°) in caudoventraler Richtung. Dabei fällt der Condylus besonders auf der gemeinsamen Kante der cranio- und caudopetalen Fläche lateral stark ab und zwar in einer Bogenlinie. Beide Condylen und ihre Fläche stehen in gleichen Ebenen; will man nunmehr beide Condylen als ein gemeinsames Ganze betrachten, das durch den Rückenmarkscanal gespalten wäre, so müsste man ein Mittelstück hineinfügen, das als Ergänzungsstück der beiden caudopetalen Flächen eine quadratische Fläche nöthig hätte, deren allgemeine Krümmung der dieser Flächen entsprechen müsste, und die mit einem die craniopetalen Flächen ergänzenden dreiseitigen Flächenstück eine sich so krümmende Kante gemeinsam hätte, dass die gemeinsamen Kanten der einzelnen Condylen in einander übergehen. Nur zwischen den beiden am meisten craniopetal gelegenen concaven und sich etwas lateralwärts wendenden Flächen wäre eine trennende Furche als Lücke vorhanden. — Betrachtet man beide Condylen so zu Einem ergänzt (wie sie in der Function unbeweglich zu einander es sind), so erscheint dieser eine Condylus wie eine Linse, die mehr oder weniger über die Hälfte und unter einer gewissen Neigung am Foramen magnum in die ventrale Basis cranii hineingetrieben ist: eine Linse, deren Krümmungsradien ungleich sind, und deren eine Fläche (die craniopetale) sich in zwei laterale Stücke theilend in concaver Krümmung eine Strecke weit lateralwärts laufen würde. Mithin hätte dieser Gelenk-

Digitized by Google

kopf zwei Krümmungen, eine bilaterale, der gemeinsamen Kante entsprechende, auf welcher der Kopf Bewegungen um eine dorsoventrale Achse machen könnte, und eine craniocaudale, die zwar unterbrochen ist durch eine scharfe Kante, auf welcher der Kopf Bewegungen um eine bilaterale Achse machen kann. Diesen Flächen entsprechen die Articulationsflächen des Atlas; auch findet sich auf dessen ventralem Ringe auf der craniopetalen Seite eine Articulationsfläche, passend auf die beiden craniopetalen, lateralen, concaven Ausläufer der Hinterhauptscondylen. Das Concurriren dieser beiden nannte Reichert in seinen Vorträgen über die Stosslinie der gehörnten Thiere vordere (craniopetale) Einstellung. Die dorsale Abgrenzung der Condylen ist eine scharfe, bedingt durch eine Furche, in welcher laterale Theile des Atlas sich einstellen können. Durch diese beiden Einrichtungen werden die Bewegungen des Kopfes um eine bilaterale Achse begrenzt, während die gegen die Alae atlantis hakenförmige Proc. jugulares durch gegenseitiges Aufeinanderstossen die Ausgiebigkeit der Bewegungen um eine dorsoventrale Achse bestimmt. Ausserdem absorbiren die Bandapparate und sonstigen Weichtheile noch einen grossen Theil der Freiheit der Bewegung, die am Skelett als Drehung um eine bilaterale Achse ohne Abhebung der Gelenkflächen ca. 20°, um die dorsoventrale etwas mehr, bis 35°, betragen kann. Eine Bewegung um eine craniocaudale Achse ist gar nicht vorhanden.

Bos Taurus hat Condylen von gleichem Typus mit geringen Modificationen. Die caudopetale Fläche ist hier convex, eiförmig oder dreiseitig mit allgemeiner Abrundung der Seiten und Winkel. Die gemeinsame Kante ist weniger scharf, aber spitzwinkelig, die craniopetale Fläche ebenfalls convex und mit lateralwärts sich vertiefender (vorderer) Einstellung. Zwischen beiden Condylen ist die Furche etwas breiter, wie bei B. Bison. Neben den Proc. jugulares, die ziemlich stark und hakenförmig prominiren, befinden sich besonders stark entwickelte Proc. pneumatici, die grosszellig sind und auf einem Durchschnitte zeigen, dass die Knochentrabekeln vom Ursprunge fächerförmig auseinandergehen, wie Radien vom Centrum zur Peripherie, wo sie durch bogenförmige Knochenzüge schwibbogenartig vereint, zuletzt von der peripheren Knochenschicht überdacht, den ganzen Processus bilden und stützen.

Bos urus ähnelt dem vorigen. Die gemeinsame Kante erscheint in Folge der starken Convexität der Condylenflächen weniger scharf, ist jedoch ziemlich spitzwinkelig. Capra ibex, mit besonders grossen, ventral gerichteten Condylen ausgestattet, zeigt ebenfalls die typische (Linsen-) Form desselben. Die Flächen sind ziemlich convex, die (vordere) Einstellungsfurche ist sehr tief, der craniopetale Rand ist wulstig und prominirt wie ein Haken gegen den ventralen Atlasring, der sich hier tief einlegen kann. Die Proc.

Digitized by Google

jugulares sind lang, hakenförmig gegen die Alae atlantis gerichtet. Die Drehung um eine bilaterale Achse ist hier sehr gering, um eine dorsoventrale eine etwas ausgiebigere, trotzdem jedoch sehr beschränkte.

Capra caucasica und Ovis tragelaptrus haben dieselben Condylen; letzteres Thier, besonders im männlichen Geschlechte, zeigt ganz ausgezeichnet tiefe (vordere) Einstellungsfurchen, ebenso wie sie auch bei Ovis aries vorkommen.

Bei Oreas Canna, der Elen-Antilope, scheint die (vordere) Einstellungsfurche die Hauptfläche des Gelenkes zu sein, denn die caudopetale Fläche des Linsencondylus ist verhältnissmässig klein, nierenförmig, mit median gelegener Incisur; die gemeinsame Kante, nicht besonders scharf und bei mehreren gewöhnlich links etwas abgerundeter als rechts, bildet einen scharfen Winkel. Die craniopetale Fläche ist an ihrem caudopetalen Endstück convex, aber kleiner, als die craniopetale, stark concave Partie, die beinahe ebensoviel Fläche hat, als der Rest der Gelenkfläche. Das craniale Ende des Gelenkkopfes wird von einem hohen, stark abschüssigen Knochenwall begrenzt. Die Hauptfunction des Atlanto-Occipitalgelenkes und der Punkt des Hauptdruckes, den der Kopf auf den Atlas ausübt, scheint auf der am meisten craniopetal gelegenen concaven Flächenpartie zu liegen, die nun so spiralig gedreht erscheint, dass die laterale Partie derselben tiefer gegen das Os basilare vordringt, als die mediale, die im Bogen um das Foramen magnum gelagert ist. Die Furche zwischen den cranialen Partien beider Gelenkköpfe ist tief und breit, besonders an der Stelle, wo sich die Knochenwülste entwickeln. Die Proc. jugulares und pneumatici sind gross und stark. Der ventrale Bogen des Atlas zeigt auf seiner cranialen Fläche eine Articulationsfläche, die nur halb so breit ist, als die (vordere) Einstellungsfurche der Condylen und convex ist.

Camelus bactrianus hat ebenfalls Linsencondylen, die gegen die wie ein Torus occipitalis vorspringende Squama in einer stumpfwinkelig vertieften Grube aufhören. Die caudopetale Fläche des Condylus ist convexer, wie bei Bos Bison und die in die craniopetale Fläche übergehende gemeinsame Kante in ihrer medialen Partie abgerundeter, als in ihrer lateralen, wo sie scharfrandig vorspringt. Die Kante hat einen Winkel von ca. 50°. Die craniopetale Fläche hat ebenfalls eine (vordere) Einstellungsfurche, in die sie nur allmählich übergeht, die aber sehr flach ist und sich weit craniopetal erstreckt, wobei die lateralen Partien tiefer gegen das Os basi-

Digitized by Google

hebung der Gelenkflächen zu Stande kommt, die Drehung um die dorsoventrale Achse dagegen ist ziemlich ausgiebig.

Auchenia Llama. Auch hier ist der Uebergang zwischen der Squama occipitalis und dem Condylus durch eine tiefe, fast einen rechten Winkel bildende Furche gebildet. Der Condylus, ähnlich dem vorigen, hat ebenfalls eine flache, kaum ausgesprochene (vordere) Einstellungsfurche.

Equus caballus besitzt ebenfalls Linsencondylen. Der Torus resp. die Squama occipitalis bildet mit der caudopetalen Fläche des Condylus einen stumpfen Winkel. Eben erwähnte Condylenfläche ist eiförmig, so dass der stumpfe Pol dorsolateral, der spitze ventromedial gerichtet ist. Die gemeinsame Kante ist wenig scharf, seine Bogenlinie entspricht fast einem Kreisbogen. Die craniopetale Fläche ist von medial nach lateral wenig und nur am lateralen Rande stärker gekrümmt, in der caudocranialen Richtung scheint sie in einer Ebene zu verlaufen, mit geringer welliger Erhebung am craniopetalen Ende, die wie abgeschnitten auf dem Os basilare aufhört. Zwischen diesen (craniopetalen) Partien beider Condylen besteht eine nur wenige Millimeter breite Furche. Die Proc. jugulares sind hakenförmig cranioventral gerichtet. — (Die „vordere" Einstellungsfurche ist vorhanden aber nur sehr wenig concav.)

Aehnliche Form der Condylen mit nur geringen Modificationen betreffend die Krümmungen der Oberfläche und die Umgebung, zeigen auch die übrigen Einhufer, weshalb sie nicht einzeln beschrieben sind.

Was die Entwickelung und Zusammensetzung dieser Condylenform betrifft, so ist sie bei allen erwähnten Thieren gleich und zeigt sich z. B. an jungen Wiederkäuerschädeln, bei denen die Condylentheile noch nicht synostotisch verschmolzen sind, Folgendes: Die Condylenfläche, gleichmässig gewölbt convex und schmal, am cranialen Ende etwas breiter als am caudalen, ist gegen die Schuppenpartie des Hinterhauptbeines bereits rechtwinkelig geneigt. Ueber die Fläche läuft von caudomedial nach craniolateral eine tief eingesunkene Furche, welche eine craniale Partie von gleichmässig schmalelliptischer Form abschneidet, die dem Os basi-occipitale angehört, während der grössere Rest vom Os exoccipitale gebildet wird. Bei weiterem Wachsthum rückt die Wölbung caudalwärts und mit ihr wird an ihrer Stelle der Condylus breiter. Erst nach erfolgter Synostose findet sich allmählich das Vorspringen einer Raute ein, die dem Condylus seine typische (Linsen-) Form verleiht. Zugleich verflacht und vertieft sich später die auf dem Os basilare liegende Gelenkfläche und verwandelt sich so, vielleicht unter dem Einfluss des ventralen Atlasbogens durch Druck resp. Gegendruck, in die concave „vordere" Einstellungsfurche.

Digitized by Google

Raubthiere.

(Dazu die Bären- und Seehundarten.)

Felis leo. Die Condylen sind im Verhältniss zu dem stark gebauten Schädel klein und stehen ventral wenig caudal gerichtet; die Proc. mastoidei sind stark entwickelt, Proc. jugulares kurz und stumpf, Proc. pneumatici breit, gewölbt und vorspringend. In Folge dieser Knochennachbarschaft liegen die Condylen in tiefen Gruben, aus denen sie hervorragen. An jedem Condylus kann man noch eine craniopetale und eine caudopetale Fläche unterscheiden, letztere dreiseitig, besonders in der lateralen Partie stark convex. Die gemeinsame Kante, wie ich die Uebergangsstelle beider Flächen in einander nenne, ist an ihrer medialen Hälfte schärfer vorspringend, als an ihrer lateralen; im Ganzen jedoch abgerundet, während die beiden Flächen eine spitzwinkelige Neigung zu einander haben. Die craniopetale Fläche geht an ihrem caudalen Ende nicht so weit lateralwärts, wie die caudopetale; sie ist ebenfalls dreiseitig, convex und hat an dem cranialen Ende eine noch zum Gelenk gehörige rinnenartige Vertiefung. Craniopetal von den beiden Condylen auf der ventralen Fläche des Os basilare liegt ein dreiseitiger Knochenwulst, dessen beide lateralen Winkel stark entwickelt sind. Beide Condylen stehen weit von einander. — Bei ausgiebigen Bewegungen gehen der ventrale Atlasbogen und seine lateralen Partien in die Gruben, welche die Condylen umgrenzen, und sind die Drehungen um eine bilaterale Achse besonders, um eine dorsoventrale ziemlich ausgiebig.

Felis Ancolor hat ebenfalls verhältnissmässig kleine Condylen, die ventrocranial gerichtet, im Ganzen sehr stark gewölbt sind, so dass auch die gemeinsame Kante walzenförmig ist und beide (die caudale und craniale) Flächen mit ihr als Oberfläche eine von dorsocaudal ventrocranialwärts spiralig gedrehte Knochenplatte bilden, und treten daher die Condylen wie aus tiefen Gruben hervor. Die caudale Fläche eines jeden Condylus ist ein schmales, stark gewölbtes Dreieck, die gemeinsame Kante ganz abgewendet, wie eine Walze, und repraesentirt die Neigung der caudalen Fläche zur cranialen fast einen rechten Winkel. Diese letztere Fläche, ebenfalls stark convex, hat die Form eines stumpfwinkeligen Dreiecks, dessen stumpfer Winkel an dem medialen Ende der Kante liegt, während der craniale Winkel sich medianwärts wendet und so sich dem der entgegengesetzten

Digitized by Google

Gruben von der Basis cranii abgehoben sind und dann auch noch dem Os basilare die bei F. leo beobachtete dreiseitige Knochenerhabenheit fehlt.

Bei Felis tigris stehen die Condylen direct ventral gerichtet; dabei sehen die Gelenkflächen stark lateralwärts, so dass die gemeinsamen Kanten sich in der Medianlinie unter einem ziemlich spitzen Winkel treffen würden. Die Proc. mastoidei, jugulares und pneumatici sind stark entwickelt. Die Höhe der gemeinsamen Kante läuft im Bogen von dorsocaudal nach craniventral, indem sie sich zur Medianlinie etwas krümmt. — In Folge dieser fast gleichmässigen Krümmung der zur Längsachse des Kopfes wie zwei Walzen quer liegenden, aus der Umgebung stark vorspringenden, Condylen ist die Drehung des Kopfes um die bilaterale Achse eine so ausgiebige, wie sie mir bei keinem anderen Thiere aufgefallen ist. Sie beträgt über 90° wenn man die Bewegung am Skelett nachahmt; allerdings ist die Drehung um die dorsoventrale Achse ziemlich beschränkt und eine Drehung um eine craniocaudale Achse gar nicht vorhanden. (Den Tiger möchte ich als den Repraesentanten aufstellen, der die dieser Gruppe typische [Rollen- oder Walzen-] Condylenform am entwickeltsten besitzt.)

Auch Felis pardus hat diese Condylenform, jedoch findet man, dass die cranialen Enden der Condylenflächen in medialer Richtung in einander übergehen können und dann auf dem Os basilare eine bilateral verlaufende Furche bilden, als ein Verschmelzen der beiden sonst getrennt bleibenden cranialen medianwärts sich wendenden Gelenkflächenausläufer.

Die Hyänenarten zeigen keine solche craniale Vereinigung beider Condylen. Die Condylen enden hier vielmehr mit einer kreisrunden Verbreiterung der Flächen, die bei Hyaena rufa gegenseitig durch eine Furche getrennt sind und sich vom Os basilare abheben, bei H. striata dagegen durch einen Knochenwulst getrennt sind, wie hier überhaupt die cranialen Partien der Gelenkflächen von allgemein sie umgebenden Knochenwülsten begrenzt werden.

Die wilden Canisarten zeigen gleichfalls solche walzenförmige Condylen; sie sind hier mehr caudopetal gerichtet als lateralwärts. Dabei ist die craniopetale Fläche an ihrem lateralen Rande so stark concav, dass sie an der gemeinsamen Kante wie medianwärts verschoben erscheint.

Die domesticirten Zehengänger wie Hauskatze und Haushund, und besonders letzterer, haben weniger stark gekrümmte Condylen; auch stossen bei letzterem die Condylen gegen die Hinterhauptsschuppe nicht so scharf ab, sondern die caudopetalen Flächen haben als dorsale Abgrenzung eine concave Fläche, in die sie sich wellenförmig vertiefen. Wie die craniopetalen Flächen enden also auch die caudopetalen, so dass ich hier mit gewisser Freiheit von einer „hinteren“ Einstellungsfurche sprechen könnte. Sie ist besonders bei Jagd- und Hühnerhunden ausgebildet.

Digitized by Google

Die Phoca-Arten schliessen sich in ihrer Condylenbildung vollständig an die wilden Canisarten und zeigen gleiche Walzenform; auch die laterale Concavität in der craniopetalen Fläche ist stark ausgebildet. Die cranialen Flächen stossen mit ihren medialen Ausläufern fast aufeinander. Im Ganzen stehen die Condylen etwas mehr caudopetal, wie bei Canis.

In der Familie Ursus fand ich zwei verschiedene Typen, nämlich:

α) U. americanus und U. labiatus haben beide walzenförmige mehr oder weniger stark gekrümmte Condylen. Ihre craniopetalen Flächen stossen medial sich wendend zusammen, so dass bei U. labiatus am ventralen Rande des Foramen magnum eine schmale herzförmige Gelenkfläche entsteht, deren Spitze craniopetal sich auf dem Os basilare erstreckt, deren Basis jedoch durch das Foramen magnum concav wird, was bei U. americanus zwar auch der Fall ist, wo jedoch auch das craniopetale vereinte Flächenstück concav begrenzt ist, so dass die mediale Verbindungsfläche schmetterlingsförmig wird.

β) U. arctos und U. maritimus haben ebenfalls walzenförmige Condylen, doch stehen sie weit von einander ab, und es fehlt jede Andeutung einer medialen Näherung am cranialen Ende.

Das Gemeinsame aller Ursusarten ist also die gleiche walzenförmige Condylenform und deren fast caudopetale Richtung.

Unter den Beutelthieren haben die Halmaturusarten einen den vorigen ziemlich ähnlichen Condylus, der sich am meisten mit dem der Haushunde vergleichen liesse. Jeder Condylus ist vollkommen abgerundet, walzenförmig, sieht ventral-, caudal- und lateralwärts. An ihm findet man auch die beim Canis domesticus vorhandene vordere und auch die hintere Einstellungsfurche, d. h. der Condylus ändert beim cranialen und caudalen Uebergange in die ventrale bez. dorsale Basis wellenfömig seine convexe Krümmung, um mit concaven Flächen zu enden.

Wie oben angegeben, fand ich unter den Pachydermen, und vorzugsweise unter der Familie Sus gewisse Arten, die walzenförmige Condylen besitzen, ebenso solche, die Linsencondylen besitzen, und die somit den Uebergang zwischen beiden Gruppen bilden könnten.

Digitized by Google

Quadrumanen.

Unter den Affen findet man die verschiedensten Condylenformen, einmal als Typus der Arten, dann aber zeigen sich beim Vergleich einer Reihe von Condylen derselben Thierart die mannigfaltigsten Unterschiede individueller Natur, bedingt durch Arten und Geschlecht; am meisten gleichen noch die jungen Männchen den Weibchen, während die älteren Männchen ganz besonders entwickelte Condylenformen zeigen. Hier fand ich auch zuerst deutlich auftretende Abnormitäten. Ich will daher so weit es möglich ist, die Quadrumanen in aufsteigender Reihenfolge beschreiben, und es wird sich zeigen, dass besonders bei den Affen der alten Welt sich allmählich diejenigen Typen entwickeln, wie sie sich auch bei gewissen Menschenrassen als allgemeingültige Regel darbieten.

Affen der neuen Welt.

Mycetes, von welcher Gattung über 200 Exemplare mir zur Verfügung standen, so dass ich die individuellen Unterschiede genauer verfolgen konnte, zeigt folgende Configuration der Condylen und deren Umgebung: Die Proc. mastoidei, styloidei und pneumatici sind flach, nur die ersteren beiden etwas stärker entwickelt; die Proc. jugulares kommen kaum noch in Betracht. Jeder Condylus ragt aus einer Grube heraus, die sich besonders am cranialen und caudalen Ende markirt, Fossae condyloideae anteriores et posteriores, und zeigt zwei Flächen. Die caudale Fläche steht in dorsoventraler Ebene, sieht caudal und ist mässig gewölbt und zwar an den lateralen Partien stärker als an den medialen. Die craniopetale Fläche, weniger convex, als die vorige, steht in craniocaudaler Ebene und sieht ventral. In Folge dessen ist die beide Flächen verbindende gemeinsame Kante rechtwinkelig. Diese hat eine mediale und eine laterale Incisur, ist daher nicht so breit wie die übrigen Condylenflächen, besitzt jedoch eine allgemeine Abrundung sowohl in craniocaudaler wie in bilateraler Richtung. Ferner zeigt sich, dass beide Condylenflächen nicht parallel und in einer Richtung verlaufen, sondern dass die Längsrichtung der cranialen Fläche mit der der caudalen einen sehr stumpfen Winkel bildet. Beide Condylen stehen an den lateralen Theilen des abgerundet viereckigen Foramen magnum weit von einander entfernt und sehen caudolateral. Die gemeinsamen Kanten jedes Condylus durch einen Ergänzungsbogen vereint, ergeben einen Bogentheil eines ziemlich grossen Kreises, d. h. sie sind nur mässig gekrümmt.

Bei einigen Exemplaren findet man noch folgende individuelle Differenzen:

Digitized by Google

1. Die mediale Incisur der gemeinsamen Kante geht auf dieselbe als Furche bis fast auf die Hälfte über.

2. Die Längsrichtungen der beiden Condylenflächen bilden in der gemeinsamen Kante keinen stumpfen Winkel, sondern gehen bogenförmig in einander über.

3. Die beiden Condylenflächen bilden in der gemeinsamen Kante keinen rechten Winkel, sondern, indem die caudalgerichtete Fläche etwas mehr ventral schaut und der Condylus selbst etwas niedriger erscheint, einen stumpfen.

4. Bei jüngeren Exemplaren, bei denen die den Condylus bildenden Knochentheile noch nicht synostotisch verschmolzen sind, sind die Condylen ganz flach, ohne Kante, sehen caudoventral und liegen die Flächen beider in einer Ebene, sind also nicht lateral gerichtet. Die einzelne Condylenoberfläche ist am dorsalen Ende breiter wie am ventralen, ungefähr eiförmig; die mediale Incisur ist deutlicher ausgesprochen als die laterale. Die Synmostosengrenze liegt weit craniopetal und das zu Os basioccipitale gehörige Stück des Condylus ist sehr klein.

Ateles zeigt ebenfalls zwei die Condylenfläche zusammensetzende Flächen, von denen die caudal gerichtete ganz bedeutend ventral schaut, so dass die gemeinsame abgerundete Kante sehr stumpfwinkelig ist. Der Condylus sieht als Ganzes ventral, fast senkrecht zur craniocaudalen Axe des Kopfes und etwas lateral.

Die übrigen Affen der neuen Welt zeigen wenig auffallende Modificationen, vielleicht eine dem Walzencondylus sich nähernde und etwas abgeflachte Form.

Affen der alten Welt.

Cynocephalus hat diejenige Condylenform, die sich am meisten der der Zehengänger nähert. Die Condylen stehen hier nicht weit auseinander und sind vorwiegend caudal, wenn auch ventral gerichtet; dabei zeigen sie eine starke Neigung lateralwärts. Ihre Oberflächen sind sehr stark gekrümmt, so dass die caudalgerichtete Fläche scharf gegen das Os occipitis endet und mit diesem einen Winkel bildet. Die gemeinsame Kante ist wellenförmig und hat eine starke mediale Incisur, die caudolateral ge-

Digitized by Google

Cercopithecus und Inuus zeichen gleiche Stellung und Formation der Condylen, nur sind dieselben etwas weniger gewölbt.

Der Chimpanse hat senkrecht zur Längsaxe des Kopfes stehende Condylen, die nicht allein ventral sondern vielleicht auch cranial gerichtet sind. Die Condylenoberfläche ist in ihrer Mitte breit, craniopetal sich verschmälernd und spitz endend. Die sagittal (craniocaudal) verlaufende Ebene ist mässig convex, am caudalen Ende vielleicht stärker gewölbt. Die coronal (bilateral) verlaufende Ebene ist gleichmässig convex. Eine mediale, gegen die Condylenoberfläche eindringende Incisur ist vorhanden, eine laterale fehlt. Bei einigen geht die mediale Incisur bis fast auf die Mitte der Condylenoberfläche. Andere zeigen eine breitere craniale Fläche, so dass die gesammte Condylenoberfläche sich craniopetal nicht so stark zu verschmälern scheint. Bei jüngeren Individuen geht über die ganz flachen Condylenoberflächen, von denen eine craniale Partie auf dem Os basi-occipitale liegt, die median anfangende Incisur als eine höckerige ungleichmässige Furche.

Orang. Hier findet man Fossae condyloideae anteriores und posteriores; letztere sind bedeutend tiefer. Die Condylen mässig convex gleichmässig gewölbt, an der cranialen Partie etwas flacher, sehen caudoventral und lateralwärts; die gemeinsame Kante ist nicht an eine bestimmte Stelle zu verlegen, da in der Mitte der Condylenoberfläche allgemein gleichmässige Krümmung vorherrscht. Die Condylen stehen weit auseinander und sind cranial weiter von ihrer Basis, dem Os basi-occipitale, entfernt, als caudal vom Os exoccipitale. Diese Condylenform ist die allgemeine, nur wenige Individuen zeigen eine gering angedeutete mediale Incisur oder eine über die Condylenoberfläche in der sagittalen Richtung im Bogen verlaufende und etwas näher dem medialen Rande gelegene Furche. Die Condylen junger Individuen dieser Gattung sind im Allgemeinen flacher und stehen am cranialen Ende höher vom Hinterhauptsbeine ab. Ihre mittlere Partie ist etwas concav, besonders am medialen Theile, entsprechend einer etwa bilateral verlaufenden Furche; das caudale Ende ist nun convex, ebenso die craniopetale Fläche soweit sie zur Synostosenstelle zwischen dem Os basio-occipitale und dem Os exocciptale reicht, denn die Synostosenstelle ist eingezogen und läuft als Convexität über die Condylenfläche. Es hat somit die Condylenoberfläche in der Richtung von craniomedial nach caudolateral einen welligen Verlauf.

Gorillaschädel, in grösserer Anzahl untersucht, zeigen folgendes im Allgemeinen gleichbleibendes und sich wiederholendes Bild des Condylus. Fossae condyloideae anteriores und posteriores sind vorhanden, letztere stark ausgeprägt, während erstere schmal und wenig vertieft sind. Die ziemlich breiten Condylen stehen senkrecht zur Sagittalaxe des Kopfes und sehen direct ventral und lateral. Am cranialen Rande sind sie höher wie am caudalen,

Digitized by Google

ebenso am medialen, wenn auch nicht so ausgeprägt. Die Condylenoberfläche ist nach allen Richtungen hin gleichmässig abgerundet, von craniomedial zu caudolateral vielleicht etwas stärker gewölbt, im Ganzen jedoch ziemlich flach. Der craniocaudale Durchmesser ist nur wenig länger als der bilaterale, da die Condylen, wie bereits oben gesagt, ziemlich breit sind. Mediale wie laterale Incisuren erscheinen als Regel. Dieser allgemeine Typus erleidet nur geringfügige Abänderungen. Bald ist die Incisura medialis stärker, bald schwächer, bald fehlt sie auf dem einen Condylus und ist auf dem anderen vorhanden; in einigen Fällen verbindet sie sich mit der ebenso unstäten und sogar noch öfters fehlenden Incisura lateralis zu einer Furche, die die ganze Condylenoberfläche bilateral durchzieht und dabei bald nur einseitig bald auch doppelseitig auftritt. Eine weitere Schwankung kann sich in der Krümmung der Condylenoberfläche geltend machen, die bald ganz plan wird und dann ventrolateral schaut oder nur ventral und ohne Seitenneigung gerichtet ist, bald jedoch noch stärker gekrümmt ist. Auch in der Grösse des bilateralen Durchmessers zeigen sich Schwankungen, so dass auf der einen Seite ein breiter flacher, auf der anderen Seite ein schmaler und etwas gewölbter Condylus stehen kann.

Unter der Serie von Gorillaschädeln befindet sich auch ein Exemplar mit entschieden abnorm gebauten Condylen, den ich weiter unten bei den Abnormitäten, die ich nur an Menschenschädeln bezüglich der Condylenform gefunden habe, beschreiben werde.

Bei den Menschen beschreiben die meisten systematischen Anatomen die Condylen als Gelenkköpfe, die von den Partes condyloideae des Os occipitis entspringen und zu beiden Seiten des vorderen Randes des Foramen magnum stehen, deren gewölbte, bohnenförmig gestaltete Gelenkflächen von hinten und aussen medianwärts gewendet erscheinen. Einige Autoren geben an, dass die Gelenkfläche direct nach unten gerichtet ist, und nur wenige erwähnen eine über dieselbe quer verlaufende Leiste oder eine Furche, die von zwei Leisten eingeschlossen wird.

Bei genauen Durchmusterungen reichhaltiger Sammlungen sind mir noch zahlreiche Schwankungen in der Form der Condylen begegnet. Eine der häufigsten ist die ungleiche Höhe der Condylen, so dass also der eine Condylus höher ist, bez. weiter von der Basis cranii absteht, als der andere und dass dies besonders häufig beim linken der Fall ist.

Digitized by Google

ohne bedeutende Wölbung, gleich einer schiefen Ebene, wenig gekrümmt nach hinten ab und ist plan. Zuweilen sind die Condylenflächen wechselnd in Bezug auf die Länge der von vorn nach hinten gehenden Achse (Länge), die bald kurz, bald sehr lang werden kann. Ebenso findet man, dass die von der Mitte nach der Seite gehende bilaterale Achse (Breite) nicht immer gleich gross ist und Schwankungen von 6 bis 15 ^{mm} zeigt. Die Krümmungsoberfläche ist der Breite nach mit verschiedenem Radius beschrieben und somit mehr oder minder gewölbt bis flach. Vor und hinter jedem Condylus findet man, dass sich die sonst convexe Oberfläche in einen concaven Anhang umwandeln kann, der sich median wendet, ungefähr 2 bis 3 ^{mm} lang und $1^1/_2$ ^{mm} breit ist. Ich habe diese nicht selten, besonders vorn, vorkommende Bildung (wie bei den Thieren) als „vordere“ und „hintere“ Einstellungsfurche bez. -Fläche bezeichnet. Vor und hinter diesen Einstellungsflächen findet man zuweilen am Rande des Foramen magnum einen kleinen Höcker, variabel in seiner Grösse, den ich in Folge seiner Nachbarschaft und vielleicht auch physiologischen Beziehung zu den Einstellungsflächen als Einstellungshöcker bezeichne. — Quer über die Mitte der Condylen läuft, wie von einzelnen Autoren angegeben wird, eine Leiste oder eine Furche. Die so getrennten Condylenflächen sind dann gekrümmt (d. h. von vorn nach hinten) und haben einen gemeinsamen Krümmungsradius, oder aber beide Flächen sind sehr wenig gekrümmt, plan, und stossen dann in der Querleiste oder Querfurche unter einem mehr oder weniger stumpfen Winkel zusammen. Es kommt selbst vor, dass von den getheilten Flächen die eine gekrümmt, die andere plan ist, wobei die plane gewöhnlich die vordere ist, obwohl sie auch die hintere sein kann. Als Andeutungen einer Querfurche finden sich zuweilen fast in der Mitte des medialen bez. lateralen Condylenrandes Einkerbungen — mediale bez. laterale Incisuren. — Weiter vorgeschrittene Abweichungen habe ich weiter unten als Abnormitäten aufgezählt. — Die Entwickelung des einzelnen Condylus geschieht nach allgemeiner Anschauung, ebenso wie bei allen Säugethieren.

Zur Entwickelung.

Nach Albrecht, der das Atlantooccipitalgelenk als ein Wirbelkörpergelenk betrachtet, entstehen die Proc. condyloidei aus einem in drei Theile sich spaltenden centralen, und zwei lateral sich anlagernden centroidalen Stücken. Von den drei centralen Theilen geht der in der Medianlinie liegende mesocentrale bei den höheren Vertebraten zu Grunde, die beiden

Digitized by Google

lateral liegenden, die paracentralen, verschmelzen an den lateralen Rändern mit den medialen der centroidalen Stücke, und so entwickeln sich zwei in der Medianlinie getrennte Gelenkflächen.

Bei meiner Untersuchung haben sich folgende allgemeine Gesichtspunkte herausgestellt: Bei allen Wirbelthieren bildet sich die Articulationsfläche des einen bez. der beiden Condylen aus drei Knochentheilen, dem Os basio-occipitale und den beiden ossa exoccipitalia.

Zuerst bei den Fischen ist das Gelenk, wo es zuerst auftritt, ebenso gebaut wie alle Wirbelgelenke. Es concurriren zwei Wirbelkörper, die bald durch eine intervertebrale Bandscheibe, bald durch eine Gelenkhöhle verbunden sind. Bei Einigen findet man ferner von den Ossa exoccipitalia entspringende laterale, caudalwärts gerichtete Fortsätze, die bald den Atlas erreichen und dann vielleicht mit ihm articuliren, oder auch den Atlas kaum berühren.

Die Gelenkform, welche Polypterus zeigt, hat Agassiz veranlasst anzunehmen, dass wir hier die erste Andeutung antreffen einer Spaltung des einzelnen Condylus in zwei laterale, wie sie zuerst bei den Batrachiern zu finden ist. Auch ich möchte die Gelenkform des Lepidosteus (Kopf auf dem Atlas — Pfanne im Occiput) als eine höhere Entwickelungsstufe betrachten, die sich in entgegengesetzter Richtung wie bei den Sauriern (Pfanne im Atlas — Kopf auf dem Occiput) ausgebildet hat.

Bei den Amphibien mit einem Condylus sehen wir, dass dieser einheitliche Condylus aus einem ventromedialen und zwei dorsolateralen Theilen sich zusammensetzt. Nirgends finde ich eine Spaltung des medialen Theiles in die von Albrecht angegebenen meso- und paracentralen Stücke, selbst nicht bei ganz jungen Schildkröten, bei denen der mediale Theil wohl drei Ebenen zeigt; aber niemals fand ich an der Grenze dieser Ebenen zu einander Synostosenbildung, sondern nur scharfe Knochenkanten. Eine Synostosengrenze pflegt sich aber an macerirten Knochen durch Eintrocknen und Schrumpfen der Ossification bildenden Weichtheile als eine eingesunkene Furche darzubieten.

In dorsoventral geordnete Stücke mag der mediale Theil des Condylus zerfallen, wie bei Varanus u. s. w.; es kann sich hier ebenso wie beim Krokodil, um eine Epiphysenbildung handeln. Beim Krokodil zeigte sich, dass auf dem aus drei Theilen gebildeten Condylus eine Epiphysenscheibe liegt; ist nun die als ein Stück erscheinende Epiphyse aus mehreren Ossificationscentren entstanden und sind diese zwischen Theile gesunken, welche den Hals des Condylus bilden, so liesse sich die zusammengesetzte Form des Condylus bei Varanus erklären. Ich selbst habe beim Krokodil eine solche Zerklüftung bez. Zusammensetzung der Epiphyse nicht feststellen können; jedenfalls aber findet sich bei keinem von mir untersuchten Am-

Digitized by Google

phibium eine Andeutung eines sogenannten mesocentralen Stückes bez. einer Dreitheilung des medialen Condylentheiles.

Wie sich bei den Fröschen die beiden so weit auseinanderstehenden Condylen entwickeln, ist mir zum Theil noch zweifelhaft; wohl ist es möglich, dass das Os basiooccipitale, indem es die Gestalt einer dünnen quadratischen Knochenplatte annimmt, nur wenig zu Bildung der Gelenkköpfe und vielleicht gar nichts zu Bildung der Gelenkflächen beiträgt.

Bei den Vögeln wird der einheitliche Condylus ebenfalls aus dem Os basiooccipitale und den beiden Ossa exoccipitalia gebildet; während aber bei den Amphibien sämmtliche drei Theile verhältnissmässig gleichberechtigt erscheinen, fordert hier das Os basiooccipitale das Vorrecht zur Bildung des typischen Freigelenkes, das nur durch Muskeln und Bänder, wenig durch hemmende Knochenvorsprünge in seiner Ausgiebigkeit begrenzt wird. Bei denjenigen Vögeln, bei denen sich auf der Condylenoberfläche eine dorsale Vertiefung findet, heftet sich daselbst ein vom ventralen Rande des Foramen magnum, vielleicht zur Dura gehöriges, herabsteigendes ziemlich rundes Band an. Eine Theilung des zum Os basiooccipitale gehörigen Condylentheiles habe ich nirgends gefunden. Vielleicht ist sie im frühen foetalen Leben vorhanden?

Bei sämmtlichen Säugethieren, soweit ich dieselben angegeben und mir es sonst bekannt ist, finden sich zwei Condylen, die sich allerdings bei einigen in medioventraler Richtung in einer planen gemeinsamen Fläche vereinigen, eine Erscheinung, die ich mehr als individuell und im späteren Alter auftretend bezeichnen möchte, da bei jugendlichen Exemplaren sie nicht vorhanden ist. Stets jedoch ist nachzuweisen, dass die Bildung der Condylen die bei den Wirbelthieren typische Regel befolgt, nur nehmen die Ossa exoccipitalia den grösseren Theil der Condylenoberfläche ein, im Gegensatz zu dem Verhalten, wie es bei den Vögeln zu finden ist.

Ich möchte mich nunmehr der Ansicht anschliessen, dass das Os basiooccipitale zur Bildung der beiden Condylen durch Auseinanderweichen der Medialpartie sich in zwei Arme spaltet, und dass diese Theilung nicht durch Schwinden eines mesocentralen, anatomisch vorhandenen Theiles zu Stande kommt, denn zuerst finde ich auf dem unpaaren Condylus eine Furchenandeutung, die sich bald über die ganze Oberfläche erstreckt (bei einigen Vögeln und Amphibien), dann bei einigen Säugethieren eine zwei Condylen trennende Rinne bildet, die dadurch, dass sie immer breiter wird, die beiden Condylen bis auf den bilateralen Durchmesser des Foramen magnum von einander trennt. Es dürfte also anzunehmen sein, dass bei den Säugethieren das austretende und grösser werdende Rückenmark es ist, welches das Foramen magnum erweitert und somit das Os basiooccipitale zwingt, sich in zwei zangenbranchenähnliche Arme zu theilen. Dass freilich auch

Digitized by Google

noch andere Momente hierbei in Betracht kommen können, dürfte nicht auszuschliessen sein.

Auch bei Säugethieren konnte ich eine Dreitheilung des medialen Os basiooccipitale nicht nachweisen. In wie weit die bei einzelnen Menschenschädeln am ventralen Rande des Foramen magnum sich vorfindende und mit dem Dens Epistrophei articulirende Gelenkfläche hierauf zu beziehen sein könnte, werde ich weiter unten besprechen.

Untersuchungen über die Beweglichkeit im Atlantooccipitalgelenk an einigen Leichen.

Um die an Skeletten mögliche Beweglichkeit zwischen Atlas und Hinterhaupt in richtiger Weise beurtheilen zu können und mir ein Bild zu machen, in wie weit solche Werthe Anspruch auf Fehlerlosigkeit machen können, habe ich einige Cadaver, soweit es mir interessant erschien und möglich war, auf die Functionen des Atlantooccipitalgelenkes untersucht.

Bei Fischen (Polypterus und Lepidosteus ausgeschlossen) ist nur eine geringe Bewegung zwischen Kopf und Wirbelsäule möglich; dass jedoch eine Articulation, die nach drei Richtungen hin Bewegungen gestattet, vorhanden ist, habe ich mich an einem frisch praeparirten Fische (Salmo) überzeugt.

Auch bei den Amphibien ist die Beweglichkeit des Kopfes auf dem Atlas nicht sehr ausgiebig, trotzdem diese Thiere einen Condylus mit allseitig fast gleicher Krümmung besitzen, theils weil die Wirbelsäule weit in die Kopfknochen hineinragt, theils weil Knochenvorsprünge im Allgemeinen die Beweglichkeit sehr hindern. Am unbehindertsten scheinen die Frösche zu sein.

Unter allen Wirbelthieren besitzen unbedingt die Vögel das freieste Atlantooccipitalgelenk, da in ihm das Epistropheus-Atlasgelenk mit vereint ist. Aber nicht allein davon ist die grosse Beweglichkeit des Vogelkopfes abhängig, sondern auch noch von der grösseren Anzahl von Halswirbeln und deren grosser Beweglichkeit zu einander; können doch selbst unter den zahnarmen Säugethieren die Faulthiere ihr Gesicht ganz caudal wenden, was nicht in der Formation der Condylen oder des Epistropheo-Atlasgelenkes, sondern nur darin zu suchen ist, dass sie eine längere, sehr bewegliche mittlere und untere Halswirbelsäule, d. h. neun Halswirbel haben.

Die Formation der Condylen der Säugethiere spricht nur für zwei Bewegungen, eine um eine bilaterale Achse, die besonders bei den Walzencondylen der Carnivoren, und um eine dorsoventrale, die besonders bei den

Digitized by Google

Geweihe tragenden Wiederkäuern ausgebildet ist. Bei jugendlichen Thieren, deren Condylen noch flach sind, und bei solchen, bei denen sie es stets sind bez. gleichmässig kugelige Oberfläche haben, wie einigen Affen und einzelnen Menschen, ist eine Bewegung im Sinne der Rotation um eine craniocaudale Achse möglich.

An einer Wildkatze (im zoologischen Garten zu Berlin) praeparirte ich die Atlantooccipitalarticulation unter Absägung des Proc. odontoideus des Epistropheus vom Körper derart, dass alle Weichtheile bis auf die Kapsel und die eigentlichen Bänder entfernt wurden. Es zeigte sich dann, dass am ausgiebigsten die Drehung um eine bilaterale Achse möglich war, beschränkter war dieselbe um die dorsoventrale und vollständig aufgehoben um eine craniocaudale, in welcher Stellung sich auch der Kopf befinden mochte.

Bei einem männlichen Bubalus carabau (zoologischer Garten) zeigte sich bei gleicher Praeparation ohne Durchsägung des Epistropheus vor Durchschneidung des Ligamentum nuchae, dass hier die Bewegung hauptsächlich im Sinne einer Drehung um eine dosoventrale Achse möglich war, während die Drehung um eine bilaterale sich nur sehr wenig bemerkbar machte. Nach Durchschneidung des Nackenbandes war letzterwähnte Bewegung ausgiebiger geworden.

Bei einer italienischen weissen Ziege (zoologischer Garten) ergaben die in gleicher Weise angestellten Versuche dasselbe Resultat. Bei beiden Thieren war jedoch eine Rotation um eine craniocaudale Achse unmöglich.

Ueber das Atlantooccipitalgelenk des Menschen sagt Ludwig: „Beide schliessen genau aneinander; sie sind mit doppelter ungleichmässiger Krümmung versehen. Die Krümmung von rechts nach links ist mit einem grösseren Halbmesser beschrieben, als die von vorn nach hinten gehende. Aus diesem Grunde sind in diesem Gelenke vorzugsweise nur Bewegungen um zwei Achsen möglich, von denen die eine von vorn nach hinten und die andere von rechts nach links geht. Die Bewegung um eine senkrechte Achse, die Kopfdrehung, kann in aufrechter Stellung in ihm nicht vorkommen, wohl aber, wenn auch in sehr beschränktem Maasse, sowie das Gesicht gegen die Brust geneigt ist (Henle). Die Ausdehnung der möglichen Bewegung um die horizontale, von rechts nach links liegende Achse ist nicht unbeträchtlich, da die convexen Flächen des Hinterhauptes die concaven um ein Bedeutendes überragen. Um die sagittale Achse kann nur eine geringe Drehung geschehen. Als Hemmung der Bewegung wirken ausser den benachbarten Knochenvorsprüngen Ligg. obtur. ant. et. post. und App. ligamentosus."

Zur Prüfung dieser Punkte habe ich folgenden Weg eingeschlagen.

Unterhalb eines Schnittes, der beide Mundwinkel mit der Protuberantia occipitalis externa verband, wurden sämmtliche Weichtheile, mit ihnen der

Digitized by Google

exarticulirte Unterkiefer, bis in die Höhe des dritten Halswirbels entfernt, woselbst der Kopf vom Rumpfe abgelöst wurde. Hierauf wurde das Atlantooccipitalgelenk, nunmehr vollständig zugänglich, mit Bändern und Kapsel präparirt und der Epistropheus nach Absägung des Zahnes entfernt. Ich fand dabei Folgendes:

Bei Kindern unter einem Jahr ist im Atlantooccipitalgelenk Beweglichkeit um eine bilaterale und um eine dorsoventrale Achse vorhanden, jedoch nicht im Mindesten in dem Maasse, als die Oberflächen der Condylen und die Beweglichkeit des Kopfes am Lebenden es vermuthen lassen. Bei starker Flexion des Kopfes legt sich der ventrale Bogen des Atlas fest an den ventralen Rand des Foramen magnum und jede Rotation um eine craniocaudale Achse ist vollständig unmöglich. Der Kopf sitzt auf dem Atlas wie festgekeilt, auch Drehungen um eine dorsoventrale Achse sind vollständig aufgehoben; wird jedoch der Druck des Atlasbogen gegen den in Flexion stehenden Kopf nur wenig geringer, so ist die Drehung um die dorsoventrale Achse möglich. Dabei hat die untersuchende Hand das Gefühl, als ob ein Gleiten der Flächen übereinander eine gewisse Stelle mit einem Ruck übersprungen würde. Bringt man jedoch den hinteren dorsalen Atlasbogen fest auf den dorsalen Rand des Foramen magnum, eine Stellung die der stärksten Extension, der weitesten Bewegung um die bilaterale Achse dorsalwärts entspricht, so stemmt sich das Tuberculum Atlantis posticum an eine Einsenkung am Rande des Foramen magnum in der Medianlinie fest an, und lässt sich der Atlas auf dem Hinterhaupt hin- und herschleifen. Es ist dies keine Drehung um eine craniocaudale Achse, da diese in der Mitte zwischen beiden Condylen liegen müsste; weil aber die Condylenoberflächen sehr wenig gekrümmt sind, ist es kaum bemerkbar, dass diese Bewegung sich eigentlich aus geringen Drehungen um die bilaterale und dorsoventrale Achse zusammensetzen. Auf der Mitte der Bahn der Drehung um die bilaterale Achse fand ich auch sehr geringe Drehung um eine caudocraniale (senkrechte) Achse, die jedoch bei der geringsten Abweichung des Atlas nach einer Seite (Drehung um die dorsoventrale Achse) vollständig aufgehoben war.

Bei ausgewachsenen Individuen fand ich, dass die Drehungen um eine bilaterale Achse nicht sehr ausgiebig, um eine dorsoventrale Achse noch geringer als erstere waren. Drehungen um eine senkrechte Achse habe ich bei gewissen Stellungen, bald wenn der Kopf mehr ventralwärts, bald wenn er mehr dorsalwärts gestellt war, bemerkt. Ob es sich hier aber etwa um Abhebungen der Gelenkflächen, vielleicht um cadaveröse Erscheinungen,

Digitized by Google

externa ist hier sehr stark entwickelt und springt hakenförmig vor; in der Linea nuchae suprema ist die Hinterhauptschuppe fast unter einem rechten Winkel abgeknickt, bei gleichzeitiger Entwickelung eines mässigen Torus occipitalis transversus. Die Processus mastoidei sind mächtig, gross und stark der Medianlinie zugewandt; ebenso sind die Proc. styloidei sehr lang und ungewöhnlich dick. Der Atlas ist sehr plump, die Massae laterales besonders breit und dick. Der Atlas liegt tief zwischen den Warzenfortsätzen gegen das Hinterhaupt gepresst, da zugleich die Condylen sehr niedrig sind. In diesem Gelenk ist nun Drehung um eine bilaterale Achse in sehr geringem Grade, um eine dorsoventrale aber garnicht vorhanden, da der Atlas und besonders seine Massae laterales dem Hinterhaupte flach anliegen. Ueberraschend ist jedoch die Beweglichkeit um eine craniocaudale Achse, die Rotation des Kopfes, die in ihrer Ausgiebigkeit fast mit dem Epistropheo-Atlasgelenk concurriren kann. Es ist daher anzunehmen, dass dieses Individuum das Gesicht sehr weit dorsalwärts drehen konnte. Jedenfalls gehört dieser Fall zu den Seltenheiten und Abnormitäten, zeigt aber wie variabel die Function des Atlantooccipitalgelenkes sein kann.

Experimente an Leichen und an präparirten Gelenken sind jedoch für die richtige Beurtheilung der physiologischen Function eines Gelenkes und besonders des Atlantooccipitalgelenkes, das von einer Seite von einer grossen Menge von Weichtheilen umgeben ist, allein durchaus nicht maassgebend und enthalten eine grosse Anzahl von Fehlerquellen, die mehr oder weniger von Bedeutung sind und sich nicht eliminiren lassen. Schon der Unterschied zwischen todten und mit Leben begabten Geweben ist ein bedeutender. Ferner ist der Fehler gewiss sehr gross, den man durch Freipräpariren eines Gelenkes durch die Entfernung der benachbarten Weichtheile begeht. Da wir aber am Lebenden nie das Atlantooccipitalgelenk für sich allein functioniren lassen können, weil die gesammte Halswirbelsäule in Folge eines veränderten Gleichgewichtes und aus Gewohnheit mitzuarbeiten pflegt, so müssen wir schon mit diesen fehlerhaften gröberen Experimenten zufrieden sein.

Ueber die Gleichgewichtsstellung des Kopfes haben sich H. Meyer und W. Parow auf ältere Autoren (Gebr. Weber) berufen. Nach H. Meyer ist das Gleichgewicht des Kopfes auf der Wirbelsäule zum grossen Theil abhängig von der Configuration des Kopfes und dann „eingestellt“, wenn das Gesicht etwas aufwärts gerichtet ist, was dem Verhältniss der am Gelenk wirkenden Hebelarme und dem grösseren specifischen Gewichte des Kopfes entspräche. — Experimente an der Leiche beweisen dies auffällig.

Digitized by Google

In dieser „eingestellten" Gleichgewichtsstellung halten wir aber nur sehr selten den Kopf, sondern wir lassen ihn in einer Gewohnheitsstellung, bei welcher das Gesicht mehr ventral gerichtet ist. Dass diese Stellung des Kopfes gewissen physiologischen und mechanischen Einrichtungen, zu denen nach Parow der anatomische Bau, Cohäsion, Elasticität, Schwere der einzelnen Theile und Muskelthätigkeit gehören, entspricht, gestattet keine Zweifel. Diese Haltung des Kopfes ist aber bei allen Individuen nicht dieselbe, da sie eine nur angelernte ist. Eine Gewohnheitsstellung und die Uebung, den Kopf im Gleichgewicht zu halten, ist keinem Individuum angeboren, und das Kind beginnt von dem Momente, wo es aufgerichtet wird, mit Bemühungen, dem Kopfe eine bestimmte Haltung zu geben. Wie weit individuelle Fähigkeit mitsprechen, zeigt, dass schwächliche Kinder es viel später lernen und längere Zeit mit dem Kopf wackeln, als kräftige und intelligente, die in verhältnissmässig kurzer Zeit dem Kopfe eine bestimmte feste Stellung zwischen den Schultern geben. Dass diese Gewohnheitsstellung bei fast allen Menschen im Grossen und Ganzen gleich ist, dürfte anzunehmen sein. Eine solche Haltung des Kopfes erfordert eine gewisse Configuration der Gelenke, unter denen das Atlantooccipitalgelenk jedoch gegenüber den unteren, viel beweglicheren Halsgelenken das minder wichtigste sein dürfte, gewisse Muskelkräfte und gewisse Form und Schwere des Kopfes (d. h. es kommt beim Kopfe darauf an, wo sein Schwerpunkt liegt). Eine Aenderung im Gewichte der Kopfbedeckung zeigt schon eine Aenderung der Kopfhaltung bei gleicher Muskelthätigkeit, oder wir finden bei gleicher Kopfhaltung eine dementsprechende angestrengtere Muskelthätigkeit. Letzteres findet sich z. B. bei den mit Metallhelmen bedeckten Soldaten, denen die ersten Recrutenzeiten oft unerträgliche Schmerzen in der Nackenmuskulatur verursachen, was gleichzeitig ein Beweis ist, dass diese Muskelgruppe stets und ständig den Kopf in seiner Stellung fixirt, und da sie beim Einschlafen in ihrer Thätigkeit erschlafft und den Kopf seiner Schwere gemäss auf die Brust sinken lässt (was selbst beim angestrengten Nachdenken durch Stützen des Kopfes vermieden zu werden pflegt), so dürfte die gewisse Sorglosigkeit des Wächters, des Gehirns, für die Aufrechterhaltung dieses seines Schilderhauses trotz der Unterstützung der das Gleichgewicht bedingenden Umstände, doch nicht so weit gehen, wie Parow annimmt, zumal die Stabilität nicht in dem Atlantooccipitalgelenk allein, welches allerdings zur Fixirung des Kopfes sehr geeignet ist, sondern, wie schon erwähnt, hauptsächlich in den unteren Halswirbelgelenken zu suchen ist. An den von Wickersheimer nach seiner Methode praeparirten Bänderskeletten kann man sich überzeugen, dass nach Unterstützung des Beckens und der Wirbelsäule von unten her die grossen Schwankungen, die der Schädel macht, nicht auf dem Atlas, sondern fast

Digitized by Google

nur auf den unteren Halswirbelgelenken zu Stande kommen. Ich glaube daher, dass man bei den Theorien über die Haltung des Kopfes dem Atlantooccipital eine viel zu grosse Aufmerksamkeit geschenkt und die beträchtliche Beweglichkeit der letzten vier Halswirbel nur zu wenig beachtet hat.

Eine Erscheinung, die wohl mit unserer gewöhnlichen linksseitigen Totalskoliose der Wirbelsäule zusammenhängen mag und die ich nicht unerwähnt lassen möchte, ist, dass der linke Condylus für gewöhnlich etwas höher ist als der rechte, d. h. er steht weiter von der Basis cranii caudalwärts ab. Zuweilen beträgt die Differenz zwischen beiden Condylen mehrere Millimeter bis $1^1/_2$ cm. Dass diese Form der Condylen die Stellung des Kopfes nach vorn und rechts gebeugt begünstigt, ist sehr wahrscheinlich, und sie liegt wohl vorzugsweise in unserer Rechtshändigkeit. Bei fast allen Bewegungen mit der rechten Hand ist das Augenmerk auf diese gerichtet, der Kopf nimmt diese eigenthümliche Stellung ein, und es kann, da der Druck auf den rechten Condylus grösser ist, dieser niedriger bleiben resp. werden. Diese Anschauung würde dann gestatten, den Schluss zu zu ziehen, dass man Individuen, bei denen der rechte Condylus höher als der linke ist, wie ich es auch einige Male gefunden habe, für linkshändig erklären muss.

In wie weit bei Leuten, die Lasten auf dem Kopfe tragen und aequilibriren, wie z. B. bei den Karawanenträgern im Innern von Afrika und den Lastenträgern in brasilianischen Häfen, die Formation der Condylen sich umgestaltet, habe ich nicht genau erforschen können; jedoch glaube ich, dass die Condylen, um dem Kopfe eine grössere Stütze zu gewähren, breiter und eine grössere Oberfläche besitzen müssen, wie gewöhnlich. In der That zeigen die meisten Schädel, die den erwähnten Gegenden entstammen, zum grössten Theil, dass die Condylen sehr flach und ungewöhnlich breit sind.

Ausserdem giebt es gewiss eine grosse Zahl von individuellen Gewohnheitsstellungen, die durch andere Abnormitäten am Körper bedingt sein können. So z. B. ist die Haltung des Kopfes bei einseitig Blinden und Tauben bekannt u. s. w.

Anthropologische Betrachtungen.

Wenn ich die einzelnen Völkerschaften und Stämme bezüglich ihrer Condylenform vergleiche und mehrere unter einen Typus stelle, so bin ich mir sehr wohl bewusst, dass die Condylen in Form und Gestalt so reich an individuellen Variationen sind, dass ein ohne Ausnahme geltendes Ge-

Digitized by Google

setz unmögliah aufgestellt werden kann. Nichtsdestoweniger bekommt man bei der Untersuchung von mehreren Hunderten von Rassenschädeln den Eindruck, als ob für gewisse Völkerschaften eine bestimmte allgemeine Form immer wiederkehrte und zur Regel würde.

Wenn man die äussersten Grenzen, in denen die Condylenformeu bezüglich ihrer Gestalt schwanken können, als zwei Typen und einen, der ungefähr in der Mitte stehen würde, als dritten aufstellt, so zeigt sich Folgendes:

I. Die Condylen sind sehr wenig von der Basis abgehoben, niedrig, haben eine bedeutende Ausdehnung im bilateralen Durchmesser, sind breit, ihr sagittaler ist kürzer wie gewöhnlich und nur wenig grösser als ihr bilateraler; die Krümmung in beiden Durchmessern ist sehr gering. Diesen Typus möchte ich den nigritischen nennen, denn er findet sich vorzugsweise bei den Negern.

Von Afrikanern waren Vertreter dieser Form folgende Schwarzen, nämlich Krooboy (2), Monbuttu (1), Momou (13), Djanghé (1), Kokongo (2), Uniamēzi (5), Maravi (2), Masepita (1), Kabinda (1), Leute von Capo verde (1), Bonny (1), Landana (1), Congo (2), ferner Damara (2), Mozambique (1), Rio Senna (1), Makua (1), Guinea (2), in der in der Klammer angeführten Anzahl vorhanden, ferner Schiluks und ein Theil der Bongo, so wie noch andere Neger, deren Nativität nicht weiter angegeben war. Ferner zeichneten sich durch diese Condylenform die durch die Expedition Güssfeld, Mechow und Falkenstein von der Loangoküste stammenden Schädel aus. Unter anderen afrikanischen Völkern findet sich nur theilweise diese Form, so unter gewissen Bantu (Bakuena), unter Hottentotten (ca. $^1/_3$), Buschmännern und bei ägyptischen Fellahs.

Von den Asiaten zeigen nur wenige diesen Typus und zwar Kalmücken (2), Türken (4), Malayen (5), letztere waren Libayer (1), Macassaren (1) und Javaner (3).

Von den Amerikanern fand ich nur drei Indianerschädel, deren Condylen nach diesem Typus gebaut waren, ebensowenig nur bei den Australiern, Papúa (2), Mariori (1).

Bei Europäern fand ich diese Condylenform bei je einem Russen,- einem Wenden-, zwei Griechen-, zwei Lappen- und merkwürdiger Weise sehr häufig bei den Tyrolerschädeln.

Dagegen zeigt der Schädel eines in Berlin verstorbenen Negers unkannter Provenienz hohe, nicht sehr breite, mässig gekrümmte Condylen, so dass diese vollständig ihren nigritischen Typus verloren haben.

II. Bei einem zweiten Typus sind die Condylen in sagittaler Richtung sehr lang, in bilateraler sehr schmal, stehen sehr weit von der Basis ab und haben in sagittaler Richtung eine ziemlich starke Krümmung, während die Wölbung in bilateraler Richtung geringer ist.

Digitized by Google

Diese Form ist sehr wenig vertreten; unter Afrikanern nur vereinzelt bei Juden zu beobachten. Asiaten sind von diesem Typus reichlicher vertreten, besonders Malayen Javas. Es finden sich bei den Malayen merkwürdiger Weise starke Contraste in der Formation der Condylen desselben Stammes, denn die einen zeigen entschieden nigritischen, andere den eben beschriebenen Typus.

Von den Australiern fanden sich nur wenige Papúas, von den Amerikanern einige Peruaner und Mexikaner, von den Europäern nur wenige Römer.

III. In der Mitte zwischen diesen beiden Typen steht nun eine dritte; bei diesem ist der Condylus von mittlerer Höhe, am cranialen Ende weiter von der Basis abstehend wie am caudalen; gewöhnlich verhält sich der sagittale Durchmesser zum bilateralen wie 4—5 : 1. Die Krümmung der sagittalen Oberfläche ist nicht unbedeutend, und die bilaterale deutlich ausgesprochen. Es wäre dies diejenige Form der Condylen, wie sie im Allgemeinen beschrieben wird, und die am meisten vertreten ist. Dabei sind Annäherungen an den einen oder anderen der ersten beiden Typen nirgends ausgeschlossen. Von Afrikanern waren von diesem Typus ausser wenigen Negern (Rebollo, Maravi-Macanja, Benguela, Chissamba, Schilluk, Bongo) hauptsächlich die Hottentotten, die Buschmänner und die Mumienschädel. Unter den Asiaten zeigen diesen Typus die Japaner und Chinesen sowie ein Theil der Turko-Mongolen und Mongolen (Buraten, Tungusen, Baschkiren).

Unter den Australiern zeichnen sich besonders aus die Bewohner von Neu-Pommern und Neu-Mecklenburg, von den Amerikanern alle Indianerstämme. Auch die Europäer gehören im Grossen und Ganzen zu dieser Gruppe.

Es zeigt sich aus dieser Zusammenstellung, dass nur für nigritische Völkerschaften eine strenge, gut erkennbare Form der Condylen existirt.

Anomalien und seltenere Formen der Condylen, sowie Knochenveränderungen in der Nähe der Condylen, insoweit hierdurch das Gelenk beeinflusst wird.

a. Synostosen zwischen Atlas und Hinterhaupt.

1. Mexicaner-Schädel (Nr. 21651).[1] Bei diesem etwas morschen Schädel, der aus einem Grabe stammt, ist die Basis cranii ohne in die Augen springende Abnormitäten; der rechte Condylus ist vollständig abgebrochen. Auf der linken Seite an der Stelle, an welcher der Condylus zu entspringen pflegt, steht ein Kochenstück, das $3^1/_2$ bis 4 cm lang ist und dem äusseren Um-

[1] Die Zahlen entsprechen den Sammlungsnummern des Berliner anatomischen Museums.

Digitized by Google

fange nach die Form eines Condylus besitzt, nach unten jedoch mit einer ganz flachen, mässig breiten, wenig median gerichteten Fläche endet. An der Peripherie des unteren Theiles dieses Knochens entspringen vier Fortsätze, von denen einer nach vorn und medial, einer nach hinten und medial und zwei direct lateral gerichtet sind. Ausser dem nach hinten und medial gehenden Knochen-balken sind sie alle sehr kurz. Es scheint somit, dass ein abgebrochenes Stück vom Atlas dem Condylus aufsitzt und mit ihm verschmolzen ist. Es ist vom Atlas nur die Massa lateralis sinistra, Rudimente vom vorderen und hinteren Bogen und der linke Querfortsatz vorhanden. Aus der Form der Verwachsung, die wohl auch den anderen Condylus betroffen haben wird, da er mit der rechten Hälfte des Atlas abgebrochen ist, sieht man, dass der hintere Bogen des Atlas vom hinteren Rande des Foramen magnum 4 bis 5 mm fern bleibt.

2. Columbierschädel (Nr. 8927). An diesem Schädel existirt eine vollständig knöcherne Verschmelzung in dem Atlantooccipitalgelenk, ferner im Gelenk zwischen dem Dens Epistrophei und dem vorderen Atlasbogen, zwischen den Gelenkflächen, in denen Atlas und Epistropheus in ihren lateralen Theilen articuliren, und endlich zwischen Epistropheus und dem dritten Halswirbel, sowohl wo sich ihre Körper als auch wo sich ihre lateralen Gelenkflächen berühren. Es sind somit das Hinterhaupt des Atlas, der Epistropheus und der dritte Halswirbel an ihren normalen Berührungsflächen untereinander verschmolzen. Was das Verhältniss der einzelnen Knochenpartien zu einander betrifft, so kann ich nur hier auf die Stellung des Atlas zum Hinterhaupt näher eingehen. Sämmtliche drei oberen Halswirbel stehen symmetrisch zur Medianebene, ihre vordere Begrenzung ist wenig convex; Dorn- nnd Querfortsätze sowohl wie die Foramina intervertebralia und transversaria zeigen nichts Absonderliches. Zwischen dem vorderen Atlasbogen und dem vorderen Rande des Foramen magnum ist ein schmaler Spalt. Der hintere Atlasbogen steht, ähnlich dem vorigen Falle, einige Millimeter vom hinteren Rande des Foramen magnum ab und bleibt der Spalt überall gleich weit. Weil diese Stellung in diesen beiden Fällen sich zeigte, möchte ich annehmen, dass dies gewissermaassen die gewöhnliche Ruhestellung des Gelenkes ist. Dass durch diese knöcherne Verwachsung der Gelenke eine Beeinträchtigung in den Bewegungen des Kopfes vorhanden gewesen sein muss, dürfte wohl kaum fraglich sein: sehr bedeutend

Digitized by Google

ramen magnum ein medialstehender Höcker, der eine nach hinten und und unten gerichtete Gelenkfläche trägt, die im Allgemeinen gleichmässig concav gekrümmt ist. Der Atlas sowie der Epistropheus waren nicht vorhanden; da jedoch die Form der Condylen so beschaffen war, dass eine Articulation zwischen diesem Höcker und dem vorderen Atlasbogen nicht angenommen werden konnte, so ist wohl die Annahme, dass der Dens Epistrophei mit seiner vorderen Fläche der Spitze mit dem Höcker auf dem Os basiooccipitale articulirte, gerechtfertigt.

2. Bongoschädel (Nr. 24156). Bei diesem Schädel ist besonders auffällig, dass der linke Condylus über 1 cm höher von der Basis cranii absteht, als der rechte, der breit flach und wenig gekrümmt ist, während der andere, höhere, nur mässig breit ist und eine ausgesprochene Krümmung zeigt. Der linke Condylus sieht mit seiner Articulationsfläche direct nach unten, der rechte nach unten, hinten und aussen. Ausser dieser Ungleichheit der Condylen findet man zwischen beiden, am vorderen Rande des Foramen magnum, einen zum Theil in der Medianlinie aber dem rechten Condylus näher stehenden grossen Höcker, der nach hinten und unten eine stark vertiefte Gelenkfläche trägt. Trotz der abnormen Bildung der Condylen wird der Dens Epistrophei doch wohl in der Gelenkfläche dieses Höckers articulirt haben.

c. Eine Exostose zwischen beiden Condylen am vorderen Rande des Foramen magnum ohne Articulationsfläche.

1. Wendenschädel (Nr. 4237). Der linke Condylus von mässiger Höhe ist wenig gekrümmt, breit und flach, der rechte dagegen höher, gekrümmter, in der Mitte schmaler wie vorn und hinten, wo er am breitesten, aber noch nicht so breit wie der linke Condylus ist. Zwischen diesen so ungleich geformten Condylen steht auf dem Os basilare, nur wenig vom freien Rande des Foramen magnum entfernt, in der Medianlinie ein Höcker. Dieser ist an seinem vorderen Theile in der Medianlinie gespalten, so dass er zwei Ausläufer hat. Im Uebrigen zeigt der Höcker eine im Allgemeinen rauhe Oberfläche.

Die angedeutete Spaltung des medialen Höckers spricht für die Möglichkeit einer vollkommenen Trennung in zwei Höcker, wie sie auch vorkommt bei einem

2. Türkenschädel (Nr. 26091). Hier sind vor jedem der hohen, mässig gekrümmten, etwas breiten, gleich entwickelten Condylen medianwärts gerichtete hakenförmige Knochenhöcker, die beide dicht an der Medianlinie vor dem Foramen magnum stehen und einen nur oben nicht geschlossenen Ring bilden. Das Lumen des Ringes sieht nach vorn und unten.

Digitized by Google

d. Anomale Stellung der Condylen, zum Theil mit Exostosenbildungen.

1. Bongoschädel (Nr. 241). Die Condylen stehen direct lateral vom Foramen magnum, sind breiter wie lang, sehr stark gekrümmt, in bilateraler Richtung jedoch ohne wesentliche Wölbung, so dass sie wie zwei halbe Walzen neben dem Foramen magnum stehen (ähnlich wie ich es bei den Raubthieren beschrieben).

2. Negerschädel (Nr. 2575). Das Foramen magnum ist an seiner hinteren Partie ohne wesentliche Unregelmässigkeiten, an seinem vorderen Rande jedoch durch die Condylen wesentlich umgestaltet; denn letztere stehen nicht, wie gewöhnlich, längs der Umrandung, sondern quer auf dieser in frontaler Richtung und springen medianwärts stark in das Lumen des Foramen, sodass zwischen beiden Condylen von dem Lumen des Foramen nur eine Oeffnung von der Grösse eines Quadratcentimeters übrig bleibt. Der linke Condylus ist höher als der rechte, ist sehr breit und kurz, hat bohnenförmige Gestalt und eine allseitige sehr geringe Wölbung; auf ihm verläuft in sagittaler Richtung eine Furche. Die Condylenfläche fällt nach aussen stark ab. Der rechte Condylus ist ebenfalls breiter wie lang, etwas kleiner wie der linke, zeigt gleichfalls eine sagittal verlaufende Furche; er ist nicht so stark nach aussen gerichtet. Vor jedem Condylus steht auf dem Os basilare ein medianwärts gerichteter Höcker. Der rechte ist klein, hakenförmig medianwärts gebogen und steht von dem gleichseitigen Condylus etwas ab. Der linke Höcker ist sehr gross, pyramidenförmig, nach hinten und medianwärts glatt, nach vorn und aussen rauh. Die hintere glatte Fläche steht dem Condylus so nahe, dass nur eine sehr schmale Furche sie trennt. (Ob diese Furche die Synostosenlinie zwischen dem Os basiooccipitale und dem Os exoccipitale sein dürfte?) Beide Höcker sind in der Medianlinie durch einen schmalen Spalt von einander getrennt und sind mit glatten Flächen einander zugekehrt.

3. Javanerschädel (Nr. 10554). Auch hier stehen die Condylen in Frontalstellung, d. h. ihre grösste Ausdehnung ist quer; ebenso sind die Condylen sehr flach und drängen sich ziemlich weit medianwärts gegen das Foramen magnum, so dass dessen vorderes Lumen verringert wird. Ausserdem befindet sich vor dem rechten Condylus ein von diesem nur

Digitized by Google

e. Paracondyloide Exostosen am Hinterhauptsbein,

1. Schädel eines Aleuten von Unalaschka (Nr. 3901). Beide Condylen sind mässig gekrümmt, nicht sehr breit, jedoch hinten breiter als vorn. Neben dem rechten Condylus, lateral von dessen hinterem Rande, zwischen diesem und dem Proc. mastoideus entspringt ein pyramidenförmiger, wenig unebener Knochenvorsprung — wahrscheinlich ein sehr grosser Proc. jugularis.

2. Schädel einer Griechin (Nr. 3415). Die Gelenkflächen beider Condylen sind ihrer Knochendecke zum grossen Theil beraubt; soviel lässt sich erkennen, dass der linke Condylus höher war als der rechte. Hinter dem linken Condylus, lateral von ihm, befindet sich ein gleichmässig runder Knochenvorsprung von cylindrischer Form, der nach hinten unten und aussen gerichtet ist. Die vordere und mediale Fläche ist glatt und rund, die andere Fläche etwas rauh, die Endoberfläche dagegen, die nach unten und aussen gerichtet ist, ist sehr höckerig. Es ist sehr leicht möglich, dass dieser Höcker mit seiner medialen Partie mit einem lateralen Theil des Atlas articulirte. Ob dieser Knochenvorsprung ein vergrösserter Proc. jugularis oder eine anomale Exostose ist, konnte ich nicht genau entscheiden, glaube jedoch eher ersteres annehmen zu können. An dieser Stelle möchte ich auf jene von Uhde (in Langenbeck's *Archiv für klinische Chirurgie*, 1867, Bd. VIII, S. 24) veröffentlichte Arbeit über die Schiefstellung des Kopfes, bedingt durch einen Proc. paracondyloideus, hinweisen, in welcher Autor eine Reihe von Exostosenbildungen, die die Articulatio atlantooccipitalis beeinflussen sollen, zugleich mit den verschiedenen Ansichten über den Ursprung und die Genese dieser Missbildungen anführt. Auch sagt Verf. zum Schluss, dass in Bezug auf ein Caput obstipum diese Exostosen wegen ihrer versteckten Lage einer klinischen Diagnose sich entziehen dürften.

Anmerkungsweise sei eine Spaltbildung im Os basiooccipitale erwähnt; diese Anomalie hat zwar kein Interesse in Bezug auf die Condylen, dürfte aber sehr selten sein. Bei einem Schädel eines jungen Chinesen (Nr. 105) fand ich mässig hohe, wenig gekrümmte Condylen, wie sie dem Alter des Individuum entsprechen. Dabei gehen von den lateralen Rändern des Os basilare, ungefähr in der Mitte zwischen dem vorderen Rande des Foramen magnum und der Synostosengrenze zwischen dem Os occipitis und dem Os sphenoidale auf beiden Seiten je eine medianwärts verlaufende Spalte. Beide Spalten sind 1 bis 2 mm breit, laufen ein wenig bogenförmig nach vorn und sind glattrandig. Durch dieselben ist das Os basilare bis auf eine ziemlich schmale Brücke eingeschnürt.

Ausser diesen Anomalien bei Menschenschädeln fand ich nur noch eine einzige bei einem Gorilla (Nr. 9). Bei diesem ist der linke Condylus

Digitized by Google

mässig hoch uud sehr breit, dagegen ziemlich kurz; der rechte, flacher, schmaler, läuft nach einer tiefen lateralen Einschnürung in einer Zunge bis auf die Medianlinie des Schädels vor das Foramen magnum. Der linke bleibt circa 1 cm davon entfernt. Vor dem rechten Condylus ist im Os basilare eine fingerbeerengrosse Impression, die über die Medianlinie nach links geht. Zwischen der Medianlinie und dem linken Rande ist die Impression am tiefsten. Das Foramen magnum ist in Folge der ungleichen Condylenstellung asymmetrisch; die Fossa condyloidea posterior sinistra tiefer als die dextra. Es ähnelt diese Bildung der Condylen in Vielem den Formen, wie ich sie als anormale Stellung beim Menschen beschrieben habe.

Zum Schluss erfülle ich die mir angenehme Pflicht, meinem hochgeschätzten Lehrer, Hrn. Prof. R. Hartmann, für die freundliche Unterstützung, die er mir bei obigen Untersuchungen hat zu Theil werden lassen, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Digitized by Google

Topographisch-anatomische Studien über den Halssympathicus.

Mit besonderer Rücksicht auf das Terrain der Kropfoperationen.

Von

Dr. T. Drobnik,
Volontairarzt der königlich-chirurgischen Klinik in Königsberg.

(Hierzu Taf. XX.)

Die Topographie des Halssympathicus ist bisher in allen Lehrbüchern der topographischen Anatomie stiefmütterlich behandelt worden, aus dem einfachen Grunde, weil der Chirurg früher äusserst selten in die Lage kam oder zu kommen glaubte, in der unmittelbaren Nähe des Grenzstranges und seiner wichtigsten Aeste am Halse zu operiren. Die Angaben sind demgemäss spärlich und die vorhandenen ungenau; weder Anatomen, noch Chirurgen gaben sich die Mühe, die Beziehungen des sympathischen Nerven zu den ihn umgebenden Gebilden genauer zu studiren. So lesen wir im Handbuch von Führer:[1] „Der Nerv, der alle übrigen mit seinen Fäden versieht, dessen hohe Bedeutung für trophische Verhältnisse wir zum Theil mehr ahnen, der N. sympathicus, bietet chirurgisch das geringste Interesse".

Für Hyrtl[2] bietet der Halssympathicus in topographischer Beziehung auch nur ein sehr geringes Interesse, wie aus folgenden Worten hervorgeht: „So wichtig die physiologische Rolle dieses Nerven ist, welche man mehr ahnt als kennt, so wenig chirurgisches Interesse knüpft sich an seiner tiefen

wohl finden wir in den Werken von Malgaigne[1] und Pirogoff[2] gar nichts über die Topographie dieses Nerven erwähnt.

Wenn Hyrtl und Führer die practische Wichtigkeit der Kenntniss der topographischen Beziehungen des Halssympathicus zu den Nachbarorganen geradezu leugneten, so hatten sie noch vor Kurzem vollkommen Recht. Heutzutage jedoch dringt das Messer des Chirurgen zu Heilzwecken immer tiefer und ist bereits bis zu dem tiefliegenden und schwer zugänglichen Sympathicus gelangt. Die Gelegenheit dazu geben hauptsächlich die in letzter Zeit so oft ausgeführten Strumaoperationen, zumal auch die neuerlich wieder aufgenommenen Unterbindungen der Art. thyreoidea inf. und sup.

Aus diesen Gründen habe ich es, der Anregung des Hrn. Prof. Mikulicz folgend, versucht, die topographischen Verhältnisse des Halssympathicus, soweit sie für den heutigen Chirurgen Interesse und Bedeutung haben, klar zu legen. Einzig und allein von practischen Rücksichten geleitet, werde ich im Folgenden hauptsächlich auf jene Theile des genannten Nerven mein Augenmerk richten, welche bei den heutzutage ausgeführten Operationen in Frage kommen. Dementsprechend werde ich mich wesentlich mit dem Ramus descendens und dem Ramus cardiacus des obersten Halsganglions, fernerhin mit dem Ganglion medium sive thyreoideum und seinen Beziehungen zu der Art. thyreoidea inf. und der Ven. vertebralis beschäftigen und nur kurz das dritte oder unterste Halsganglion berühren. Das oberste Halsganglion bietet für den Chirurgen heute noch und wohl auch für lange Zukunft noch wenig Interessantes, soll demgemäss auch nur insofern erwähnt werden, als zum Verständniss anderer wichtiger Verhältnisse unumgänglich nothwendig erscheint.

Der obere Theil des Grenzstranges des Halssympathicus liegt nach übereinstimmenden Angaben aller Autoren über dem M. rectus capitis ant. major. Diese Lage kann man, bei der grossen Variabilität anderer Verhältnisse, als annähernd constant betrachten. Ich habe mehrere Male den Ram. descendens ganglii cervic. supr. in einer sehr geborgenen Lage gefunden, nämlich in der Rinne, die durch den M. rectus capitis ant. major und den Musc. longus colli gebildet wird. Das Verhältniss zum Vagus, sowie zu der Carotis und Jugularis interna ist von Henke ganz genau berücksichtigt und beschrieben worden. Deshalb kann ich es an dieser Stelle vollkommen ausser Acht lassen. Es bleibt aber unklar. in

Digitized by Google

So sagt Führer in dem oben angeführten Werke: „Er (der Grenzstrang des Halssympathicus) verläuft zu beiden Seiten auf den Muskeln vor der Wirbelsäule unter der Fascia vertebralis oder oberflächlich in einer Falte derselben.“ Henke, der unter allen Anatomen dem Sympathicus die grösste Aufmerksamkeit schenkt, äussert sich darüber wie folgt: „Auf dem Durchschnitt finden sie sich (Vagus und Sympathicus) ganz nahe bei einander, der Sympathicus nur ein wenig mehr hinter der Arterie als der Vagus, also nach innen von ihr. Beim Praepariren wird trotzdem der Vagus schneller gefunden, weil er mit den Gefässen, insbesondere mit der Arterie mehr durch Bindegewebe verbunden, dagegen der Wirbelsäule nur lose anliegt, also sich mit den Gefässen leicht von ihr ablöst, der Sympathicus dagegen mehr am Bindegewebe der Muskeln anhängt, welche hier die Querfortsätze überziehen (sogenannte tiefe Halsfascie).“ Der Vollständigkeit halber will ich noch einen so guten Gewährsmann, wie es Tillaux[1] ist, aufführen. In seinem ausgezeichneten Werke sagt er bei Besprechung der Nerven am Halse: „Quand au nerf grand sympathique, il est plus profondément situé et complètement séparé du faisceau vasculo-nerveux par un feuillet aponévrotique spécial qui est une dépendance de l'aponévrose profonde ou prévertébrale.“ In demselben Werke ist auf einem in der Höhe des sechsten Halswirbelkörpers gemachten Querschnitte, der N. sympathicus aber ohne „feuillet aponévrotique spécial“ vor der praevertebralen Halsfascie gezeichnet. Bei Besprechung der Halsfascie wiederum, deren Tillaux nebenbei gesagt vier Blätter unterscheidet, finden wir auf folgende Weise des sympathischen Nerven Erwähnung gethan.

„Le nerf grand sympathique s'y trouve compris dans un dédoublement du feuillet prévertébral, et par conséquent dans une gaine différente de celle des gros vaissaux du cou.“

G. Fischer[2] nimmt ebenfalls an, dass der Grenzstrang des Halssympathicus, den er constant zwischen den Mm. rectus cap. ant. maj. und longus colli liegen sah,[3] in die praevertebrale Halsfascie eingeschlossen sei, die cellulös sein und vor den Mm. rectus cap. ant. maj. und longus colli liegen soll.

Ich habe aus den Hand- und Lehrbüchern sowohl der topographischen als auch der systematischen Anatomie alles das zusammengestellt und wörtlich citirt, was die Beziehungen des Grenzstranges des Halssympathicus zu den Halsfascien erörtern soll, um zu zeigen, wie unklar und wider-

[1] Tillaux, *Traité d'Anatomie topographique avec applications à la chirurgie.* Paris 1887.

[2] Georg Fischer, Die Krankheiten des Halses. *Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie* von Pitha und Billroth. Erlangen 1871. S. 23.

[3] *Ebenda.* S. 14.

Digitized by Google

sprechend zur Zeit die Ansichten über diesen Gegenstand sind. An wen aber soll man sich halten? Es ist in der That nicht möglich sich aus den vorliegenden Angaben ein für praktische Zwecke brauchbares Bild zu machen. Aus diesem Grunde werde ich der folgenden Darstellung ausschliesslich das zu Grunde legen, was ich selbst an einer Reihe von Praeparaten, theils in Strassburg (als Assistent am anatomischen Institut), theils hier zu sehen Gelegenheit hatte.

Da an der bestehenden Unklarheit die ungeregelte Nomenclatur einen sehr grossen Antheil hat, so werde ich es vermeiden, die anatomische Wissenschaft mit neuen Benennungen zu bereichern und mich in dieser Beziehung an das *Lehrbuch der Anatomie des Menschen* von C. Hoffmann halten. Mit der darin sich befindenden Beschreibung der Fascien am Halse kann ich meine Befunde am besten in Einklang bringen. Um dem Leser die Orientirung zu ermöglichen, muss von vornherein festgestellt werden, dass ich im Laufe meiner Arbeit eine tiefe Halsfascie von einer praevertebralen unterscheiden werde. Als Fascia praevertebralis soll bezeichnet werden das mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Blatt, welches die praevertebrale Halsmusculatur umhüllt. Als Fascia colli profunda (gleich tiefe Halsfascie) dagegen soll das Bindegewebe benannt werden, welches die Speise- und Luftröhre mit der Glandula thyreoidea, ferner die Scheide der Art. carotis, Vena jugularis int. und den N. vagus umfasst, ausserdem aber die Mehrzahl der Muskeln der vorderen Halspartie mit Scheiden versieht.

Wie verhält sich nun zunächst der Grenzstrang des Sympathicus zu diesen Gebilden?

Das oberste Halsganglion liegt gemeinsam mit der Carotis, Jugularis interna und dem N. vagus in einem Bindegewebsraum, der aus immer deutlich ausgeprägten Fascienblättern gebildet wird. Ihren Ursprung nehmen dieselben an der Basis cranii. Die vordere, schräg nach vorne und aussen gestelllte Wand dieses Raumes wird gebildet durch eine straffe Fascie, die sich am Proc. basilaris ossis occipitalis vor den Ansätzen der Mm. rect. capitis, ferner an der unteren Seite des Felsenbeines in einer Linie ansetzt, die von der Spitze des Felsenbeines zu der Basis des Griffelfortsatzes gezogen wird, also die äussere Apertur des Canalis caroticus von aussen einfasst. Mit dem Griffelfortsatze selbst steht dies Fascienblatt an der Basis

Digitized by Google

aussen und hinten zieht, sich ansetzt und folgende Punkte der Schädelbasis berührt. Es zieht am Rande des Proc. basilaris oss. occipitalis, berührt von Innen her das Foramen condyloideum anterius und das Foramen lacerum posterius, begiebt sich von da am hinteren Rande desselben zu dem Foramen stylomastoideum und dem Processus mastoideus, an dessen oberen Partien es sich ansetzt. Das Foramen stylo-mastoideum kommt demgemäss nicht in den Bereich der Fascienblätter zu liegen. Diese hintere Wand des Raumes steht in Verbindung mit der äusseren Kapsel der Articulatio atlanto-occipitalis. Von der vorderen Wand gehen Scheiden zu den Mm. styloglossus und styloideus ab, während die hintere Fasciengewebe für den Biventer maxillae inferioris abgiebt und den aus dem Foramen stylomastoideum herausgetretenen N. fascialis einhüllt.

Der besprochene Bindegewebsraum enthält also folgende Gefässe und Nerven. Aus dem Foramen lacerum posterius die Vena jugularis interna und die Nn. vagus, glossopharyngeus und accessorius Willissii, aus dem Canalis caroticus die Carotis interna und aus dem Foramen condyloideus anterius den N. hypoglossus. Ausser diesen Gebilden sehen wir in den unteren Partien ungefähr in der Höhe des Proc. transversus atlantis das Ganglion sympathici supremum in der unmittelbaren Nähe der hinteren Wand auftreten.[1] Die gemeinsame Scheide lässt sich bis zu der Höhe des Querfortsatzes des zweiten Halswirbels genau verfolgen; man kann mit einer Pincette die vordere sowohl wie die hintere Wand erfassen und sammt dem ganzen Inhalte aufheben.

Schon bei dem Ursprunge an der Basis cranii ziehen von der Innenfläche dieser Fascien zwischen die von denselben eingeschlossenen Gefässe und Nerven Septa in Form von lockerem Bindegewebe. Eines zeichnet sich durch deutlichere Entwickelung aus. Es trennt das Foramen lacerum von der äusseren Apertur des Canalis caroticus.

Nach der Medianlinie zu geht das hintere Blatt der Gefässscheide in das lockere retropharyngeale und retrooesophageale Bindegewebe über, während das vordere der Hauptsache nach den Oesophagus, die Trachea und die Glandula thyreoidea einhüllt. Auf die Beziehungen dieses letzteren Blattes zum Os hyoideum und den mit diesem in directem Zusammenhange stehen-

Digitized by Google

den Gebilden einzugehen, finde ich für überflüssig, weil diese von den meisten Autoren sehr ausführlich behandelt worden sind.

Die oben beschriebene subcranielle Nerven- und Gefässscheide setzt sich nicht einfach in die Scheide der V. jugularis communis, der Carotis und des Vagus fort. Die letztere wird vielmehr gebildet durch die vordere Wand der an der Basis cranii entspringenden Fascienblätter mit Zuhülfenahme des Bindegewebes, welches, von den Innenflächen der Fascien entspringend, die einzelnen Gefässe und Nerven einhüllt.

Das hintere Fascienblatt emancipirt sich so zu sagen von dem Zusammenhange mit der Gefässscheide und wird von dem Grenzstrange des Halssympathicus ganz in Anspruch genommen. Dieses Fascienblatt ist es, das hauptsächlich bei der Topographie des Halssympathicus in Frage kommt, und durch das verschiedene Aussehen, welches es bei einzelnen Individuen sowohl, als auch an den verschiedenen Halsregionen bietet, den Anlass zu der Mannigfaltigkeit in der Auffassung der Lage des uns beschäftigenden Nerven gab.

Das oberste Halsganglion des Sympathicus kommt, wie bereits erwähnt wurde, je nach seiner Länge mehr oder weniger in den oben beschriebene Bindegewebsraum zu liegen, ist von den darin enthaltenen Gebilden das am meisten nach Hinten gelegene, und vom Bindegewebe, das von der hinteren Wand seinen Ursprung nimmt, eingehüllt. Der N. laryngeus superior, der 1—2 cm über demselben aus dem Vagus seinen Ursprung nimmt, zieht schräg von oben-aussen nach unten-innen bogenförmig vor ihm her.

Der Ramus descendens des obersten Halsganglions ist immer in das Gewebe des hinteren Fascienblattes, welches wiederum mit der Fascia praevertebralis, wenn auch locker, verbunden ist, eingehüllt. Davon gesondert bildet das Bindegewebe der Scheide der Carotis comm., des Vagus und der Jugularis int. gewissermaassen ein für sich abgeschlossenes Ganzes, sodass man, wie dies Henke ganz treffend bemerkt, die Gefässe sammt dem N. vagus von der Unterlage abziehen, bez. abpraepariren kann, ohne dabei an der Lage des Grenzstranges und seiner Aeste etwas zu ändern oder dieselben zu alteriren.

Dieses Verhalten lässt sich bis zum Ganglion cervicale medium ganz genau verfolgen. Dort allerdings werden die Beziehungen des Grenzstranges zu dem tiefen Blatte der Fascia profunda, der Sympathicusfascie, wie

Digitized by Google

seite des Grenzstranges abgehenden genauer untersucht werden, während die in der subcraniellen Gefäss- und Nervenscheide zu allen darin enthaltenen Nerven abgehenden Verbindungszweige noch heute der systematischen Anatomie einzig und allein angehören. Von den nach hinten abgehenden Aesten braucht nur der Ramus vertebralis erwähnt zu werden, weil er bei der doch sehr selten ausgeführten Unterbindung der Art. vertebralis in Betracht kommt.

Dagegen erfordern in chirurgisch-anatomischer Beziehung die von der Innenseite abgehenden Herzäste des Halssympathicus so wie die anastomotischen Zweige derselben zum N. laryngeus sup. und N. recurrens eine genaue Berücksichtigung.

Es sind nun alle von der Innenseite des Grenzstranges am Halse abgehenden Aeste in dasselbe Fascienblatt eingehüllt, wie der Grenzstrang selbst. Zieht man die Trachea mit dem Oesophagus und der Glandula thyreoidea von der Unterlage, so dehnt sich das lockere Bindegewebe, das die beiden Fascienblätter vereinigt, und die gedehnten Bindegewebsräume füllen sich mit Luft, ohne dass der Herzast mit abgehoben würde. Hebt man andererseits das von dem Processus transversi der Halswirbelsäule abgelöste Fascienblatt von der Praevertebralfascie ab, so sieht man in dem Gewebe desselben den Grenzstrang mit den verschiedenen Aesten durchschimmern. Die Anastomosen, hauptsächlich die mit dem N. laryngeus sup., finden in dem lockeren Bindegewebe, welches die beiden Fascienblätter verbindet, statt.

Wie ist es nun gekommen, dass die Autoren über das Verhältniss des Grenzstranges des Halssympathicus zu den Halsfascien so verschiedene Angaben machen konnten? Mit der oben citirten Beschreibung von Henke steht die von Führer, Tillaux und Fischer im directen Widerspruche. Henke lässt den Sympathicus am Halse der praevertebralen Musculatur einfach „anhängen", während Führer und Tillaux ihn unter die praevertebrale Fascie, die so stark sein muss, dass sie eine deutliche Falte (Führer) oder ein dédoublement (Tillaux) bilden kann, verlegen. Henke sah offenbar an dem Praeparate, das er bei der Beschreibung vor den Augen hatte, den Grenzstrang im lockeren, vor der Wirbelsäulenmusculatur gelegenen, also praevertebralen Bindegewebe verlaufen und beschrieb es dem entsprechend. Die genannten Widersprüche lassen sich, wie ich glaube, aus

Digitized by Google

lockerem Bindegewebe, so kommt man leicht in Versuchung, überhaupt ein besonderes Fascienblatt zu leugnen. Offenbar sah Henke an dem Praeparate, das er bei der Beschreibung vor Augen hatte, den Grenzstrang im lockeren, vor der Wirbelsäulenmusculatur gelegenen, also praevertebralen Bindegewebe verlaufen und beschrieb es demgemäss. Indessen kann man selbst in diesem Falle durch Ablösen von den Querfortsätzen der Wirbel und Abheben von der Halswirbelsäulenmusculatur die Sympathicusscheide mit dem darin enthaltenen Grenzstrange und seinen Aesten klar demonstriren.

Auch Führer hat wahrscheinlich nur an einem Praeparate die in Frage kommenden Verhältnisse in Augenschein genommen und zufällig, um den Grenzstrang zu isoliren, gerade ein derbes Fascienblatt spalten müssen, worauf er den Sympathicus, wie in einer Rinne, in einer straffen Fascie verlaufen sah. Unerklärlich ist mir nur, wie Führer den Grenzstrang hinter der (prae)vertebralen Halsfascie verlaufen lässt, er müsste denn das, was von anderen als tiefes Blatt der Fascia profunda colli bezeichnet worden ist, mit dem Namen der vertebralen Fascie belegt haben. Auch in dem Falle hat er nur insofern Recht, als es allerdings zuweilen vorkommt, dass der Grenzstrang in den tiefen Lagen des stark entwickelten hinteren Blattes der Fascia prof. colli verläuft, niemals aber hinter ihr. Ich hatte auf der Anatomie zu Strassburg Gelegenheit diese Verhältnisse an sehr vielen Leichen genau zu untersuchen. Das erste daraufhin geprüfte Praeparat (wegen der vielen tuberculösen Drüsen war die Praeparirung sehr mühsam) bot mir in vollem Umfange das Bild, wie es Führer beschreibt. Das tiefe Blatt der Fascia prof. colli war eine straffe Membran; der Grenzstrang schimmerte deutlich durch, und ich musste, um ihn frei zu bekommen, längs seines Verlaufes einen Schnitt in seine Scheide machen. Die Aeste des Halssympathicus verliefen in demselben Fascienblatte und schickten nur schwache Fäden in den Raum, wenn ich mich so ausdrücken darf, zwischen die Blätter der tiefen Halsfascie, wo sie dann untereinander und mit anderen Nerven Anastomosen bildeten. Nachdem ich bei den folgenden Untersuchungen auf diese Verhältnisse meine Aufmerksamkeit gerichtet habe, fand ich, dass die Sympathicusscheide bei jugendlichen und keine krankhaften Erscheinungen am Halse oder in seiner

Digitized by Google

reactiver Verdichtung und normaler Beschaffenheit nicht genau feststellen. Diejenigen Momente, die auf die stärkere oder schwächere Ausbildung der Fascien überhaupt einwirken, wie z. B. Alter, kräftige Entwickelung der Musculatur, Derbheit und Fettarmuth im Gegensatze zur Turgescenz der Gewebe, werden wohl modificirend in der einen oder der anderen Weise auch auf die Sympathicusscheide einwirken.

Wie dem auch sein mag, ein für den Grenzstrang des Sympathicus bestimmtes, denselben und seine Hauptäste von anderen Gebilden am Halse deutlich abgrenzendes Fascienblatt existirt in jedem Falle. Durch diese anatomische Anordnung ist der Halssympathicus vor Lageveränderungen geschützt, wie sie in charakteristischer Weise bei den Tumoren der Schilddrüse und den Lymphdrüsen an der Jugularis int., Carotis comm. und dem N. vagus auftreten. Aus diesem Grunde wird man bei einiger Vorsicht bei tiefen Halsoperationen eine Verletzung des Sympathicus sicher vermeiden, während, zumal bei Tumoren, die häufig stark dislocirten grossen Halsgefässe sammt Vagus sehr leicht einer Verletzung ausgesetzt sind.

Dies gilt aber nur vom Grenzstrang selbst; denn wesentlich anders verhalten sich die anastomotischen Zweige, die sowohl vom Grenzstrange, als auch von den Herzästen zum Laryngeus sup. und zum Recurrens vagi abgehen. Diese verlaufen ausserhalb und zwar über der Sympathicusscheide und kommen bei der Kropfexstirpation immer in Betracht. Sie sind einerseits an ihrem Ursprunge, andererseits an Trachea und Larynx fixirt und müssen bei jeder Auf- und Abwärtsbewegung diesen Organen folgen. Dies ist unter normalen Verhältnissen erstens durch das sehr lockere und dehnungsfähige Bindegewebe, in dem die Nervenäste verlaufen, zweitens aber durch ihren bogenförmigen Verlauf ermöglicht. Dieselben hängen zum Theil an der hinteren Wand der Schilddrüsenkapsel in der nächsten Nähe des Kehlkopfes und der Trachea und sind durch kurze Zweige an diese Gebilde und an die Drüse angeheftet, so dass sie beim Herausheben der Geschwulst zerrissen oder wenn die Gefässe, wie bei der Totalexstirpation, dicht an der Kapsel unterbunden werden, mitgefasst oder gequetscht werden. Bei der grossen Mannigfaltigkeit der anatomischen Anordnung der in Rede stehenden Halssympathicuszweige ist bei der Totalexstirpation eine unbeabsichtigte Vermeidung der Verletzung dieser feinen Nervenzweige wohl möglich, eine sichere daraufhin gerichtete Operationsmethode jedoch kann es nicht geben. Dahingegen vermindert die Kropfresection (nach Mikulicz) in hohem Grade die Möglichkeit der Verletzung der erwähnten Sympathicusäste und zwar dadurch, dass die nächste Umgebung des Kehlkopfes und der Trachea hierbei in Ruhe gelassen wird.

Digitized by Google

Beziehungen des Sympathicus und seiner Scheide zur Art. thyreoidea inferior.

Wenn man in den oberen Halspartien ein speciell für den Grenzstrang des Sympathicus und seine Aeste bestimmtes Fascienblatt mit anatomischen Mitteln relativ leicht demonstriren konnte, so stellen sich in der Regio supraclavicularis vom sechsten Halswirbel ab der Praeparation der Fascie bedeutende Schwierigkeiten entgegen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wird das Gefüge der Sympathicusscheide so locker, dass man nicht mehr von einer Fascie sprechen kann. In anderen Fällen zersplittert sie sich unterhalb der Biegung der Art. thyreoidea inf. in mehrere ziemlich starke bandartige Streifen, die theils in schräger Richtung den Truncus thyreo-cervicalis überbrücken, theils an der Clavicula hinter der Vena subclavia sich ansetzen, oder mit dem hauptsächlich von der Scheide der tiefen Halsgefässe gebildeten aponeurotischen Abschluss der oberen Brustapertur verschmelzen. Einige lockere Züge endlich geleiten die Herzäste in das Mediastinum und lassen sich bis an das Pericardium verfolgen. Der Truncus thyreo-cervicalis liegt hinter der an den seitlichen Partien der Supraclaviculargegend deutlicher ausgeprägten Sympathicusscheide und vor der von der praevertebralen Halsmusculatur auf den Scalenus anticus und den über demselben verlaufenden N. phrenicus übergehenden Halsfascie. Die Art. thyreoidea inf. muss dem entsprechend, um zur Schilddrüse, die von dem oberflächlichen Theile der tiefen Halsfascie eingehüllt wird, zu gelangen, durch die Sympathicusscheide dringen. Dies thut sie, aber in einer, so zu sagen, willkürlichen Weise. Wenn die Sympathicusscheide an der betreffenden Stelle bereits ein sehr lockeres Gefüge zeigt, wie dies sehr häufig der Fall ist, so lässt sich eine Durchtrittsstelle, eine Oeffnung in der Fascie gar nicht demonstriren. Das Gefäss gelangt dann, indem es allmählich durch das lockere Bindegewebe der Sympathicusscheide sich Bahn macht, S-förmig gebogen an den unteren Schilddrüsenrand. Dort theilt es sich in seine zwei Aeste, von denen der eine sofort in das untere Drüsenende eindringt, während der andere an der hinteren Wand der Drüse bis zur Höhe des Cricothyreoidwinkels verläuft, um dort erst in mehrere Zweige getheilt die Drüsenkapsel zu durchbohren. Dieser letztere Ast verläuft sehr oft noch in dem Gewebe der Sympathicusscheide. In Fällen, in denen das Fascienblatt deutlicher ausgebildet erscheint, kann man entweder in der Gegend der Concavität der ersten äusseren Biegung der Art. thyreoidea inf. eine Oeffnung in der Fascie constatiren, worauf das Gefäss bis zur Schilddrüse vor der Sympathicusscheide verläuft, oder es kommt hinter derselben quer über die tiefe Halsmusculatur auf die praevertebrale Fascie bis kurz vor seiner definitiven Theilung zu liegen. In

Digitized by Google

sehr seltenen Fällen sieht man die Theilung schon hinter der Sympathicusscheide stattfinden.

Aus diesem Verhalten der Art. thyreoidea inf. kann man die topographischen Beziehungen des Grenzstranges und seiner Aeste zu derselben herleiten. Nimmt das Gefäss in dem Gewebe der Sympathicusscheide seinen Weg, so kann der Grenzstrang vor oder hinter ihr liegen. Oefters beobachtet man jedoch, dass er vor der Art. verläuft. Nicht selten theilt sich der Grenzstrang oberhalb der unteren Schilddrüsenarterie in zwei Aeste, die sich unterhalb derselben wieder vereinigen können. Es wird dadurch ein Schlitz gebildet, welcher so eng sein kann, dass ihn die Arterie fast ganz ausfüllt. Wenn man sich diese Schlitzbildung als einen einfachen Spalt im Grenzstrang denkt, so ist bei einer starken Erweiterung der unteren Schilddrüsenarterie eine Erweiterung desselben ohne besondere Reizung der Nervenfasern möglich. Es kommt aber bei Vorhandensein eines Ganglion cerv. medium sive thyreoideum vor, dass ein Theil dieses Knotens über, ein anderer unter der Arterie liegt. Diese Ganglientheile sind dann durch zwei ziemlich starke, kurze Nervenstämmchen, zwischen denen die untere Schilddrüsenschlagader zum Durchtritt eben Platz findet, verbunden. Bei der anatomischen Darstellung dieser Verhältnisse drängt sich von selbst die Frage auf, ob eine Erweiterung des Gefässes bei Kropf ohne Beeinträchtigung der Function der Sympathicusfasern möglich sei. Die bei Kropfkranken beobachteten Herzsymptome, die damit in causalem Zusammenhang stehenden asthmatischen Erscheinungen, das Auftreten von Herz- und Lungensymptomen bei Frauen während der Menstruation, die ja eine Erweiterung der Schilddrüsengefässe bewirken soll, plötzlich eintretende Herzlähmungen können vielleicht durch diese anatomische Disposition des Grenzstranges zur Art. thyreoidea inf. erklärt werden. Einen stringenten Beweis dafür, dass, die eben erwähnten Strumasymptome auf diese Weise zu Stande kommen, kann nur eine in geeigneten Fällen direct daraufhin gerichtete Untersuchung liefern.

In den anatomischen Lehrbüchern, in denen die Beziehungen des Sympathicus zu der unteren Schilddrüsenschlagader in der einen oder der anderen Weise erwähnt werden, finde ich angegeben, dass der Grenzstrang hinter diesem Gefäss verläuft. Luschka[1] beschreibt dies auf folgende Weise: „Das seine (scl. des Ganglion cerv. med.) Verbindung mit dem untersten Halsknoten vermittelnde Stämmchen zieht hinter dem genannten Gefäss (scl. Art. thyreoidea inf.) und bietet nur eine der Dicke desselben entsprechende Länge dar.“ Sappey[2] meint ungefähr dasselbe: „Lorsqu'elle

[1] Hubert Luschka, *Die Anatomie des menschlichen Halses.* Tübingen 1862.
[2] Ph. C. Sappey, *Traité d'Aanatomie descriptive.* Paris 1871. T. III.

Digitized by Google

(scl. la branche descendente du premier ganglion) s'étend jusqu'au ganglion cervical inferieur, elle s'engage sous l'artère thyroïdienne inférieure, etc." Da diese Verhältnisse bei der Unterbindung der unteren Schilddrüsenschlagader ernstlich in Erwägung gezogen werden müssen, so soll hier ausdrücklich betont werden, dass die von den eben citirten Autoren angenommene Verlaufsweise viel seltener vorkommt, als die oben beschriebene.

Was das Verhalten der Herzäste des Halsympathicus anbetrifft, so ist die Beziehung des zweiten zur Arteria thyr. inf. in den meisten Fällen dieselbe wie die des Grenzstranges selbst. Er entspringt ja aus dem Sympathicus meistens unweit von der Kreuzungsstelle mit der unteren Schilddrüsenschlagader, sodass er in der Höhle dieses Gefässes noch nicht weit nach Innen vom Grenzstrang zu liegen kommt. Aber auch in den Fällen, in denen er mehr in der Nähe des obersten Halsganglions beginnt, zeigt er gegenüber der Arterie meist dasselbe Verhalten wie der Grenzstrang, weil er bis unterhalb der Art. thyreoidea inf. in der nächsten Nähe des Grenzstranges sich hält. Demgemäss finden wir ihn sehr oft mit dem Hauptstamme des Sympathicus über der Arterie verlaufen. Der erste Herzast dagegen kann, je nachdem die Art. thyr. inf. die Sympathicusscheide bereits verlassen hat, oder noch von ihr bedeckt bleibt, hinter oder vor dem Gefäss verlaufen. Oefters findet man ihn allerdings bereits hinter dem genannten Gefäss, mitunter auch zwischen seinen beiden Aesten.

Das eben geschilderte Verhältniss der Art. thyreoidea inf. zu der Sympathicusscheide und den von ihr eingehüllten Nervenästen spielt auch eine wesentliche Rolle bei dem Verlaufe des N. recurrens vagi. Die Beziehungen dieses Nerven zu den Sympathicusästen, die weiter unten besprochen werden sollen, nöthigen mich, auch seinen Verlauf und seine topographische Lage kurz zu schildern.

Der N. recurrens vagi verläuft am Halse immer in dem Raume zwischen den beiden Fascienblättern der Fascia profunda colli. Links hält er sich genau in dem auf dieser Seite deutlich ausgesprochenen, von der Trachea und dem Oesophagus gebildetem Winkel viel näher der Mittellinie wie rechts, wo er schräg von aussen — unten nach oben — innen zum Kehlkopfe zieht. Auf seinem Wege muss er die Art. thyreoidea inf. kreuzen. Links kommt er mit der ungetheilten Arterie gar nicht in Berührung.

Digitized by Google

der Fall ist, so kommt er hin und wieder vor dem Gefäss zu liegen. Bei der erwähnten Halsform steigt die untere Schilddrüsenarterie mit ihrem zweiten, inneren Bogen sehr tief herunter. Am häufigsten trifft man jedoch rechts den N. recurrens vagi zwischen den beiden Zweigen der Art. thyreoidea inf. liegen. Die Verbindungszweige der sympathischen Nerven mit dem Recurrens vagi liegen, wie schon erwähnt, ausserhalb und zwar vor der Sympathicusscheide und können ihren Weg vor, zwischen oder hinter der gabelförmig getheilten unteren Schilddrüsenschlagader nehmen.

Der Halssympathicus wird von seiner Scheide bis zur Höhe des untersten Halswirbels begleitet. Der Grenzstrang bleibt weiter unten an der Wirbelsäule, während seine Scheide schräg von oben — hinten nach unten — vorn heruntersteigt und den Verschluss der oberen Brustapertur bilden hilft. Demgemäss findet man bereits das Ganglion cervicale tertium hinter der cervicalen Scheide des Sympathicus liegen. Die Durchtrittsstelle findet man an geeigneten Praeparaten deutlich an der inneren Seite der äusseren Flexur der Art. thyreoidea inferior. Es befindet sich dort in dem in Rede stehenden Fascienblatte eine grössere Oeffnung, die auch von der Vena vertebralis zum Durchtritte benutzt wird. Die letztere tritt gewöhnlich aus dem Vertebralcanal durch das Foramen transversarium des sechsten Halswirbels und kommt an der Concavität der ersten Flexur der unteren Schilddrüsenschlagader aus der Tiefe hervor, um über der Ursprungsstelle des Truncus thyreo-cervicalis, denselben mehr oder weniger bedeckend, in das centrale Ende der Vena subclavia zu münden. In selteneren Fällen begleitet sie jedoch die Art. vertebralis in der Verlängerung des Vertebralcanals und mündet im Thoraxraume in die Vena anonyma, wird also von der prävertebralen Halsfascie und von den unteren Ausläufern der Sympathiscusscheide bedeckt.

Nicht allzu selten beobachtet man, dass sich von dem Grenzstrange, eventuell von dem Ganglion cervicale medium ein Zweig abspaltet, der über der V. vertebralis verläuft, um an der inneren Seite ihrer Einmündungsstelle an der vordere Wand der Art. subclavia mit dem Ganglion cervicale tertium sich zu vereinigen.

Nicht ohne Interesse für die Topographie dieser Halsgegend ist eine Art des Verlaufes des N. phrenicus, die an manchen Präparaten beobachtet werden kann. Dieser Nerv verläuft an einem meiner Praeparate, anstatt, wie gewöhnlich, am inneren unteren Rande des Musc. scalenus ant. und am äusserem Rande des Anfangstheiles des Truncus thyreo-cervicalis zwischen Art. und Vena subclavia in den Thorax sich zu begeben, schräg von oben — aussen nach unten — innen über den Truncus thyreocervicalis und die Vena vertebralis, an deren innerer Seite er dann zwischen

Digitized by Google

die Vena und Art. subclavia eindringt. Ein Zweig des Grenzstranges zieht über ihn hinweg, um sich mit dem dritten Halsganglion zu vereinigen.

Was das dritte Ganglion des Halssympathicus betrifft, so ist seine Lage im inneren Winkel, der vom Truncus thyreo-cervicalis und der Art. subclavia gebildet wird, über der praevertebralen Halsfascie als constant zu betrachten.

Verästelungen des Halssympathicus.

Unter den Aesten des Halssympathicus interessiren uns insbesondere die von der Innenseite der Halsganglien und des Grenzstranges abgehenden Herzäste. Ihre topographischen Verhältnisse haben bisher weder in den Lehrbüchern der systematischen noch der topographischen Anatomie eine für den heutigen Stand der Chirurgie genügende Berücksichtigung gefunden. Und doch begegnen wir hier anatomischen Anordnungen der sympathischen Fasern zu den Organen des Halses, welche auf die vielen eigenthümlichen Symptome und Zufälle, die im Verlaufe der Entwickelung und operativen Behandlung des Kropfes und anderer Halstumoren beobachtet werden, vielleicht ein klärendes Licht zu werfen im Stande sind. Leider lässt uns die Physiologie hierbei fast vollständig im Stiche; die Ergebnisse der Thierexperimente können nicht direct auf den Menschen übertragen werden, weil bei den zu physiologischen Versuchen gewöhnlich angewendeten Thieren die anatomische Anordnung der Sympathicusfasern eine ganz andere wie beim Menschen zu sein scheint. Vielleicht wird es einer sorgfältigen Beobachtung am Krankenbette, auf dem Operations- und Sectionstische gelingen, in die Sache vollkommene Klarheit zu bringen. Sehr erschwert wird hier die Untersuchung durch die grosse Verschiedenheit in der Anordnung der Sympathicusfasern am Halse bei verschiedenen Menschen. Während in einem Falle der Grenzstrang und seine Aeste beim Praepariren ein, so zu sagen, geordnetes Ansehen bieten, arbeitet man in anderen Fällen in einem Gewirr von sich kreuzenden, anastomosirenden, Knoten und Geflechte bildenden Fäden, an denen nur mit Mühe die wenigen constanten Verhältnisse herauszufinden sind. Die Verästelungen des Halssympathicus sind bei einem Individuum anders wie bei einem Anderen,

Digitized by Google

das abgebildete Praeparat zu einem topographischen Bilde des Halssympathicus benutzte, der, dass es alles Wesentliche in möglichster Einfachheit darbot. Die Einzelnheiten sind nach verschiedenen ausgewählten Praeparaten in dem den Texte beigefügten halbschematischen Figuren wiedergegeben.

Die Herzäste des Halssympathicus.

Es werden gewöhnlich drei Herzäste des Halssympathicus angenommen, und dies kann in sehr vielen Fällen als richtig gelten. Indessen wird man, wenn man eine Reihe von Praeparaten des Halssympathicus durchmustert, bei der genauen Bestimmung der einzelnen Aeste sehr oft in Verlegenheit kommen. Weder ihr Ursprung noch ihr Verlauf ist constant. So sieht man den ersten Herzast (*r c* I, Taf. XX) öfters bereits vom Ganglion sup. mit einem oder mehreren feinen Fäden entspringen, aber er kann auch vom Ramus descendens ganglii sup. mit einem oder mehreren untereinander und mit benachbarten Zweigen sich verbindenden Fäden seinen Ursprung nehmen. In seinem Verlaufe liegt er, eingehüllt in die Sympathicusscheide, schräg auf dem Musc. longus colli, kreuzt die Art. thyreoidea inf. meistens in der Nähe ihrer Theilungsstelle, und senkt sich in den Thoraxraum rechts an der hinteren Seite der Theilungsstelle der Art. anonyma oder begleitet links an der hinteren Wand der Carotis comm. dieselbe zum Aortenbogen.

Der zweite Herzast (*r c* II, Taf. XX) entspringt in seltenen Fällen mit einem Faden aus dem Sympathicus. Meistens sind es mehrere Fäden, die in der Nähe der Art. thyreoidea inf. vom Grenzstrange sich trennen, um in einiger Entfernung zu einem Nervenaste zu verschmelzen. Bei vorhandenem Ganglion cervicale medium (Fig. 4) entspringt er in der Regel mit zwei kurzen Fäden von diesem und zieht dann wie gewöhnlich auf der rechten Seite schräg zum äusseren Umfange der Art. anonyma, während er links meistens an der hinteren Wand der Art. subclavia in den Thorax dringt.

Der dritte Herzast (*r c* III, Fig. 4) beginnt mit einem oder zwei Fäden ziemlich constant am Ganglion cerv. inf. und zieht in ähnlicher Weise wie der zweite nach aussen von ihm und in einer mehr queren Richtung zum Herzen. Ein chirurgisches Interesse beanspruchen nur die zwei ersten Herzäste bei den Operationen in der Tiefe der Regio carotidea. Bei gutartigen, mit der Umgebung nicht verwachsenen Tumoren, hauptsächlich Strumen, ist die Verletzung dieser Nerven nicht leicht möglich, weil sie, wie oben auseinandergesetzt worden, davor durch die sie einhüllende Sympathicusscheide geschützt werden. Anders bei malignen Neubildungen. Dieselben

Digitized by Google

durchwachsen ja die Fascien und müssen bei genügender Ausbreitung nach Aussen zuerst den einen, dann den zweiten Herzast und schliesslich den Grenzstrang selbst in ihre Masse einschliessen und ihre Degeneration bewirken. Lymphdrüsengeschwülste, die ja an der Aussenseite der V. jugularis liegen, ziehen, wenn sie in die Tiefe dringen, zunächst den Grenzstrang und erst später successive den zweiten und ersten Herzast in den Bereich der von ihnen ausgehenden pathologischen Processe. Auch die Unterbindung der Carotis comm. in der Höhe des Kehlkopfes ist für den ersten Herzast bei einiger Vorsicht unbedenklich. Eine in letzter Zeit wieder öfters ausgeführte Operation, die Unterbindung der Art. thyreoidea inf. muss später ausführlicher besprochen werden, und deshalb kann ich die Besprechung des Verhaltens der Herzäste des Sympathicus bei den verschiedenen Operationsmethoden dorthin verlegen.

Beziehungen des Halssympathicus zum N. laryngeus sup.

Der vorwiegend sensitive Fasern[1] führende N. laryngeus sup. entspringt bekanntlich aus dem Vagus in den meisten Fällen mit einem ziemlich starken Stämmchen, das sich nach kurzem Verlaufe in zwei Aeste theilt, in den Ramus externus und Ramus internus. Während der letztere in fast querer Richtung zu der Membrana thyreo-hyoidea sich begiebt, wo er nach aussen von der Art. laryngea sup. in das Innere des Kehlkopfes eindringt, steigt der Ramus externus schräg zu den unteren Parthien des Kehlkopfes und dringt in den M. crico-thyreoideus ein, den er mit einigen Fäden versorgt. Ein Zweig zieht jedoch weiter bis zur Mitte des unteren Randes des M. thyreo-arytaenoideus, wo er die Membrana elastica laryngis durchbohrt, um in der Schleimhaut des unteren Stimmbandes zu endigen. Dieser äussere Zweig ist es, der mit den sympathischen Nervenästen am Halse in anatomisch direkt nachweisbarer Verbindung steht. Er enthält ausser sympathischen und sensitiven Nervenfasern, alle motorischen die vom N. laryngeus sup. dem Kehlkopfe zugeführt werden.

Der Faseraustausch des Ramus externus n. laryngei sup. mit dem Sympathicus geschieht auf sehr mannigfache Art und Weise. Luschka[2] giebt an, dass der anastomotische Faden vom Ganglion cerv. sup. direct

Digitized by Google

Luschka (dem sich andere Anatomen anschliessen) und von Cruveilhier beschriebenen Verbindungsarten des Grenzstranges mit dem N. laryngeus sup. recht selten gefunden. Dagegen ist es mir in der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Fälle gelungen, eine Anastomose zwischen dem äusseren Kehlkopfsnervenaste und dem Ramus cardiacus I darzustellen.

o. h. = Os hyoideum.
mb. th. h. = Membr. thyreo-hyoidea.
c. th. = Cartilago thyreoidea.
mb. cr. th. = Membr. crico-thyreoidea.
m. cr. th. = M. crico-thyreoideus.
gl. th. = Glandula thyreoidea.
Tr. = Trachea.
Ca. com. = Carotis communis.
Ca. e. = Carotis externa.
Ca. i. = Carotis interna.
a. th. s. = Art. thyreoidea sup.
a. th. i. = Art. thyreoidea inf.
n. l. s. = N. laryngeus sup.
r. i. n. l. s. = Ramus inf. nervi laryngei sup.
r. e. n. l. s. = Ramus ext. nervus laryngei sup.
n. r. v. = Nervi recurrens vagi.
g. s. s. = Ganglion sup. sympathicis.
g. i. s. = Ganglion inf. sympathici.
N. s. = N. sympathicus.
r. c. I. = Ramus cardiacus I.
r. c. II. = Ramus cardiacus II.
a. und *c.* = Verbindungszweige zwischen *r. c. I.* und *r. e. n. l. s.*
b. d. e. f. = Aeste die zum Theil an der hinteren Wand in die Gland. thyreoidea eindringen, zum Theil zur Anastomose mit dem N. recurrens vagi dienen.

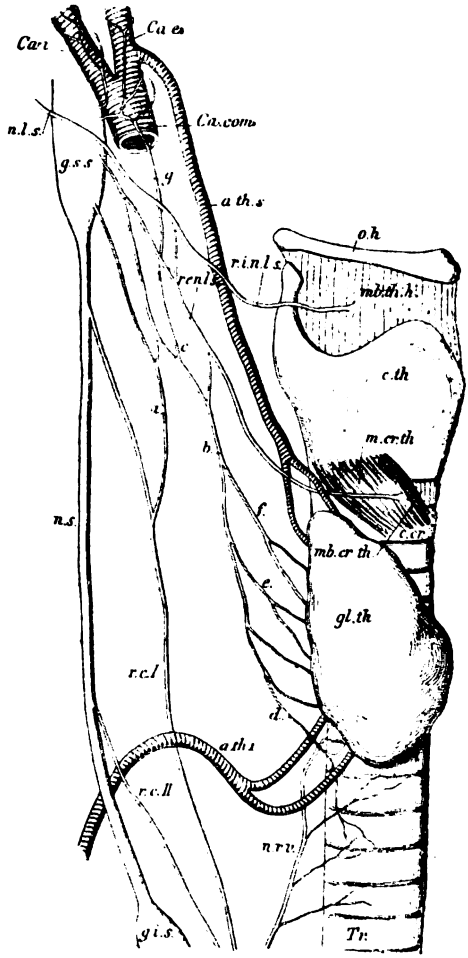


Fig. 1.

Hin und wieder findet man wirklich vom Ganglion sup., wie dies auf dem Uebersichtsbilde gezeichnet ist, einige Aeste, von denen zunächst zum Ram. externus n. laryngei sup. ein oder zwei Nervenfäden ziehen, abgehen. Manchmal findet man die einfache Anastomose in einen Plexus aufgelöst, dessen Entwirrung nicht unbedeutende Schwierigkeiten bereiten kann. In

Digitized by Google

jedem Falle aber, und dies möchte ich betonen, lässt sich eine Verbindung des Ramus externus n. laryngei sup. mit dem Ramus card. I sympathici nachweisen. Diese anatomische Anordnung lässt mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf schliessen, dass auch in Fällen, wo sich eine solche Verbindung nicht direct nachweisen lassen sollte, die Fasern des Herzastes zum Laryngeus sup. bereits aus dem Ganglion cerv. sup. zu diesem Nerven treten.

Aus dem sympathischen Geflecht, das sich um den N. laryngeus sup. herum bildet, lässt sich ein Zweig (Fig. 1, *g*) zur Theilungsstelle der Carotis comm. verfolgen, der sich mit dem Geflechte der Carotis ext. verbindet und ein feines Aestchen zur Carotis comm. entsendet. Ich habe diesen Zweig nicht in jedem Falle finden können, er ist, was seine Grösse betrifft, jedenfalls unbedeutend. Führer nimmt an, dass die bei der Unterbindung der Carotis comm. beobachteten Störungen der Sprache durch das Mitfassen in die Ligatur eines sympathischen Nervenzweiges, der mit dem N. laryngeus sup. in Verbindung stehe, bedingt sei. Luschka[1] bezeichnet den von Führer gemeinten Nervenfaden als den Ramus laryngeus descendens. Auf der von ihm gegebenen Zeichnung sieht man den Ramus laryngeus descendens mit einem Sympathicusaste verbunden. Wenn man das Luschka'sche Bild mit den von mir gegebenen Zeichnungen vergleicht, so kommt man unwillkürlich auf die Vermuthung, dass der Ramus laryngeus descendens nichts weiter als eine Anastomose mit dem Ramus card. I sei, und nicht wie die beiden genannten Autoren annehmen, in der Adventitia der Carotis comm. endigt. Der Ramus communicans des äusseren Larynxastes mit dem Ramus cardiacus I kann aber eine bedeutende Länge haben; er kann manchmal bis unterhalb der Art. thyreoidea inf. verfolgt werden und dort erst mit Sympathicusästen in Verbindung treten. Er liegt ausserhalb der Sympathicusscheide von dem Bindegewebe der Carotisscheide eingehüllt und ist mit dieser von der Unterlage abzuheben. Die Vermuthung, dass das Mitfassen in die Ligatur dieses Ramus communicans laryngei sup. cum Ramo card. I symp. die von Führer erwähnten Symptome hervorbrachte, liegt sehr nahe.

Wie dem auch sein mag, aus der merkwürdigen und doch unantastbaren Beobachtung der alten Chirurgen lässt sich schliessen, dass, da man wohl eine directe Beziehung von Sympathicusfasern zu den Kehlkopfmuskeln nicht annehmen kann, Störungen der Stimmbildung auf reflectorischem Wege vom System des Sympathicus oder von den in seine Bahnen abgeirrten sensitiven Nerven, hervorgebracht werden.

---

[1] *Anatomie des menschlichen Halses.* S. 422. Fig. XXXV.

Digitized by Google

Beziehungen des Ramus ext. n. laryng. sup. zur Art. thyreoidea sup.

Da ein bedeutender Theil der Fasern des Ramus ext. n. laryng. sup. ebenfalls sympathischen Ursprunges ist, so kann ich hier, ohne abzuschweifen, das Verhältniss dieses Nervenastes zu der oberen Schilddrüsenarterie besprechen, zumal dies, soweit mir bekannt, nirgends in der heut zu Tage nothwendigen Ausführlichkeit geschehen ist. Vor allem sei hier bemerkt, dass die topographische Anordnung der oberen Schilddrüsenschlagader zu dem in Rede stehenden Nerven bedeutenden Variationen unterworfen ist. Es hängt dies in erster Linie von dem Verlaufe des Ramus ext. laryng. sup. ab, da der Verlauf der Arterie als annähernd constant zu betrachten ist. Die obere Schilddrüsenschlagader entspringt gewöhnlich aus der Carotis externa als erstes Gefäss, beschreibt einen nach Innen convexen Bogen, der von dem quer nach Innen zur Membrana thyreohyoidea verlaufenden Ram. int. laryng. sup. meistens an der hinteren Seite gekreuzt wird, wendet sich dann nach Aussen zu dem Winkel, der vom M. sterno-cleido-mastoideus und dem oberen Bauch des M. omo-hyoideus gebildet wird, und dringt dort in das obere Ende des Seitenlappens der Schilddrüse. Der Ramus ext. laryng. sup. verläuft entweder mehr nach Innen auf dem M. laryngo-pharyngeus, zu dem er Zweige abgeben kann und dringt in diesem Falle entweder zwischen die Fasern der Portio thyreoidea m. laryng.-phar. oder benutzt den Spalt zwischen der Portio cricoidea und thyreoidea des Kehlkopf-Rachenmuskels, um zum M. crico-thyreoideus zu gelangen; in anderen Fällen zieht er leicht bogenförmig in einiger Entfernung vom Kehlkopfe bis zur Höhe des sechsten Halswirbelkörpers resp. des ersten Trachealringes,[1] worauf er eine kurze Strecke quer nach Innen verlaufend zwischen den Fasern des von ihm versorgten Muskels verschwindet. Der Verlauf des Ramus ext. n. laryng. sup. hängt davon ab, ob er sich näher oder weiter von der Mittellinie vom Ramus int. trennt. Im ersten Falle kommt dieser Nervenast mit der Art. thyreoidea sup. in gar

[1] Das untere Ende des Kehlkopfes und der Beginn der Trachea wird in anatomischen Lehrbüchern meist in die Höhe des fünften Halswirbels verlegt. Ich kann diese Angabe durchaus nicht bestätigen und zwar auf Grund zahlreicher, im anatomischen Institute zu Strassburg ausgeführter, sehr einfacher Untersuchungen. Beim Zergliedern der injicirten, für den Praeparirsaal bestimmten Leichen suchte ich in der Mittellinie die Trachea auf, schlug senkrecht in das Lig. crico-tracheale einen Nagel ein, worauf die Leiche in der üblichen Weise secirt wurde. Ich fand den Nagel bei diesem Verfahren meistens im Körper des siebenten Halswirbels stecken. Berücksichtigt man die normale Krümmung der Wirbelsäule in dieser Höhe und corrigirt man dementsprechend die Richtung der Nagelspitze, so sieht man dieselbe, wenn nicht tiefer doch immer noch in den Körper des sechsten Halswirbels eindringen.

Digitized by Google

keine nähere Berührung, im zweiten Falle jedoch muss er, um zum Kehlkopfe zu gelangen, in der unmittelbarsten Nähe der Aeste der oberen Schilddrüsenschlagader seinen Weg nehmen. Manchmal verläuft er sogar (Fig. 1) zwischen den aus der gabelförmigen Theilung des Hauptgefässes hervorgegangenen Arterienästen.

Wenn nun Walther,[1] um den N. laryngeus sup. oder seinen mächtigeren inneren Ast zu vermeiden, die Unterbindung der Art. thyreoidea sup. nahe an ihrer Eintrittsstelle in die Schilddrüse zu vollziehen räth, so beachtet er dabei gar nicht den motorische Fasern zum Kehlkopfe führenden also schon aus diesem Grunde für die Function des Larynx wichtigen Ramus ext. n. lary. sup. Zwar ist man sicher, an der von Walther bezeichneten Stelle weder den Stamm noch den inneren Ast des N. laryngeus sup. zu treffen, dafür besteht eine um so grössere Gefahr, den äusseren Ast mitzufassen. Uebrigens ist die Verletzung des Stammes des N. laryngeus sup., wenn man die Arterie nahe ihrer Ursprungsstelle oder auch in ihrer Mitte unterbindet, meist leicht zu vermeiden, weil dieser Nerv sowohl, als auch sein innerer Ast meistens hinter der oberen Schilddrüsenschlagader und von dieser durch Bindegewebe getrennt, verlaufen. Der in Fig. 1 abgebildete Verlauf über der Arterie ist als äusserst selten zu betrachten. Ausserdem ist sowohl der Stamm als auch der innere Ast des N. laryngeus sup. von ziemlich bedeutendem Umfange, so dass man ihn immer ohne bedeutende Schwierigkeiten isoliren kann. Dagegen stellt der äussere Laryngeusast einen viel feineren Faden dar, dessen Auffindung in der Nähe der Art. thyreoidea sup. schon an der Leiche besondere Aufmerksamkeit erfordert. Aus diesem Grunde ist es wohl immer rathsamer das Gefäss zum Zweck der Unterbindung in der Höhe des grossen Zungenbeinhornes aufzusuchen und nach Ermessen entweder oberhalb oder unterhalb der Abgangsstelle der Art. laryngea sup. zu ligiren. Bei der Unterbindung oberhalb des Abganges der Art. laryngea sup. wird die Zufuhr des arteriellen Blutes zur Schilddrüse von dieser Seite vollkommen abgeschlossen; die Ligatur unterhalb des genannten Astes dagegen erhält zufolge seiner intralaryngealen Communication mit der Art. thyreoidea inf. (vermittelst der Art. laryngea inf.) die Blutzufuhr von dieser Seite, wenn auch nur in beschränktem Maasse.[2] Auf Grund der neuesten Experimente

[1] *Neue Heilart des Kehlkopfes.* Sulzbach 1817.

[2] Die intralaryngealen Anastomosen zwischen der Art. thyreoidea inf. und sup.

Digitized by Google

kann das Abschneiden aller Blutzufuhr von der Glandula thyreoidea nicht als gefährlich für den Organismus betrachtet werden.

Beziehungen des Halssympathicus zum N. recurrens vagi.

Der Fasernaustausch zwischen dem Halstheil des sympathischen Nervensystems und dem N. recurrens vagi ist constant und vollzieht sich durch die Vermittelung von Nervenästen, die hauptsächlich vom Ramus card. I

gl. th. = Glandula thyreoidea.
c. cr. = Cartilago cricoidea.
c. th. = Cartilago thyreoidea.
mb. cr. th. = Mmbr. crico-thyreoidea.
m. cr. th. = M. crico-thyreoideus.
mb. th. h. = Membr. thyreo-hyoidea.
o. h. = Os hyoideum.
Tr. = Trachea.
Os. = Oesophagus.
a. th. i. = Art. thyreoidea inf.
n. r. v. = N. recurrens vagi.
g. s. s. = Ganglion sup. sympathici.
g. i. s. = Ganglion inf. sympathici.
n. l. s. = N. laryngeus sup.
r. i. n. l. s. = Ramus int. n. laryngei sup.
r. e. n. l. s. = Ramus ext. n. laryngei sup.
n. s. = N. sympathicus.
r. c. I. = Ramus cardiacus I.
r. c. II. = Ramus cardiacus II.
a. und *b.* = Aeste vom Ram. card. I. zum N. recurrens.
c. = Verbindungszweig zwischen *r. e. n. l. s.* und *r. c. I.*
d. = Ein Ast zum N. recurrens in der hinteren Kapselwand der Gl. thyr. verlaufend.
e. = Ein Zweig zur Gland. thyreoidea.
f. = Praetrachealer Zweig des Sympathicus.

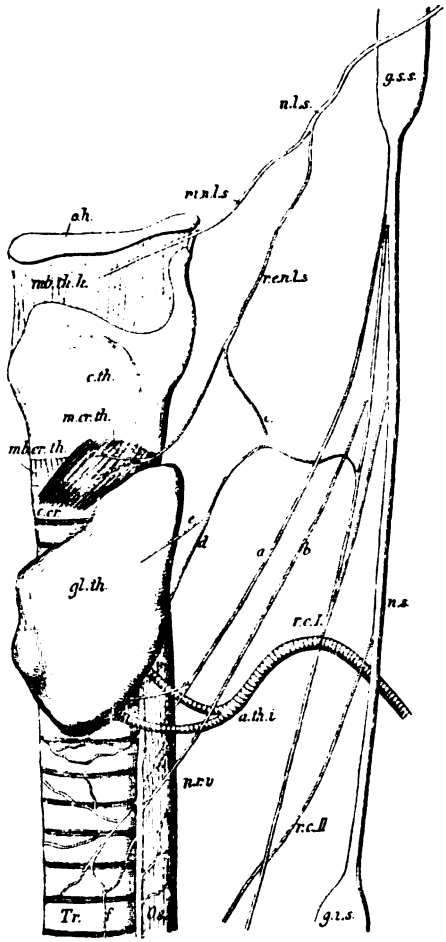


Fig. 2.

symp. zum N. recurrens vagi selbst oder zu seinen Zweigen ziehen. Der Ramus card. II symp. ist nur in seltenen Fällen daran betheiligt. Die Nervenzweige, welche die Verbindung zu Stande zu bringen bestimmt sind,

Digitized by Google

entspringen manchmal direct vom Gangl. cerv. sup., verlassen bald die Sympathicusscheide, um mit dem Ramus comm. n. laryng. sup. zu anastomosiren, ziehen zur Theilungsstelle der Art. thyreoidea inf., zwischen oder vor deren Aesten sie sich mit dem Stamme des N. recurrens vagi vereinigen (Fig. 2 *a* u. *b*). Ausserdem zweigen sich immer von dem Ramus comm. (*c*) Aeste ab, die an der hinteren Seite der Schilddrüse, von deren Kapsel eingehüllt, mit den Trachealzweigen des N. recurrens vagi in Verbindung treten. Hin und wieder kann man die Anastomose zwischen den Sympathicusästen und dem N. laryngeus inf. sich in ein Geflecht (Fig. 4 *d*) auflösen sehen. Dieses Geflecht ist dann gewöhnlich mit mehreren kleinen stecknadel- bis hanfkorngrossen Ganglien versehen. Ich habe jedoch auch platte Knoten von unregelmässiger Gestalt, die an die der multipolaren Ganglienzelle lebhaft erinnert, von 3—5 ^{mm} Durchmesser gesehen. Dies Geflecht, das man wohl als Ganglion plexiforme bezeichnen kann, liegt immer unterhalb der Art. thyreoidea inf. im lockeren Bindegewebe, in dem auch Lymphdrüsen von gewöhnlich geringen Dimensionen vorkommen.

Aus der Verbindung des Halssympathicus mit dem N. recurrens v. geht gewöhnlich ein Zweig hervor, der an der Seite der Trachealringe herunterzieht, an der Ursprungsstelle des N. laryngeus inf. noch einmal mit demselben anastomosirt, und theils zum Herzbeutel geht, theils mit dem Plexus pulmonalis anter. sich verbindet (Fig. 2, *f*). Ich habe diesen Zweig ziemlich constant an der Leiche, doch in keinem Lehrbuche der Anatomie erwähnt gefunden. Dies ist wohl dadurch zu erklären, dass dieser praetracheale Zweig des Sympathicus sehr oft aus einem auf der Trachea wie Spinngewebe ausgebreitetem Geflecht, von dem sich Zweige in die Trachea begeben, hervorgeht. Dass dieser Zweig vorwiegend sympathischen Ursprunges sei, darauf weist der Umstand hin, dass der N. recurrens v. am Halstheile der Trachea mit ihm öfters in keine anatomisch nachweisbare Verbindung tritt; nur manchmal (Fig. 3, *b*) existiren Anastomosen, aber nur äusserst spärlich. In diesen Fällen zieht er an oder zwischen den Aesten der Art. thyreoidea inf. am N. recurrens v. vorbei, in dem er zum vorderen Umfange der Trachea kleine Aeste abgiebt. Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Nerven habe ich ihn vorwiegend aus sog. sympathischen Nervenfasern bestehend gefunden.

Beziehungen des Sympathicus zur Glandula thyr. und zur Trachea.

Es ist eine allgemein verbreitete Ansicht, dass die Schilddrüse nur von den sympathischen Fäden, welche die beiden Schilddrüsenschlagadern begleiten, versorgt wird. Dies betont sogar Luschka[1] ganz ausdrücklich,

[1] *Anatomie des menschlichen Halses.* S. 306.

Digitized by Google

indem er sagt: „Weder vom N. laryngeus sup. und inf. noch auch vom sog. Ramus descendens hypoglossi, werden, wie manche Anatomen irrig behaupten, an die Schilddrüse Zweigchen abgegeben." Diese Angabe von Luschka kann ich nicht vollkommen bestätigen. Weiterhin giebt dieser

gl. th. = Glandula thyreoidea.
O. h. = Os hyoideum.
mb. th. h. = Membr. thyreo-hyoidea.
c. th. = Cartilago thyreoidea.
Tr. = Trachea.
Ca. c. = Carotis communis.
V. j. i. = Vena jugularis int.
n. v. = N. vagus.
a. th. i. = Art. thyreoidea inf.
r. c. I. = Ramus cardiacus I.
n. r. v. = N. recurrens vagi.
a. und *b.* = Praetrachealer Zweig, hier direct vom Ram. card. I. abgehend.

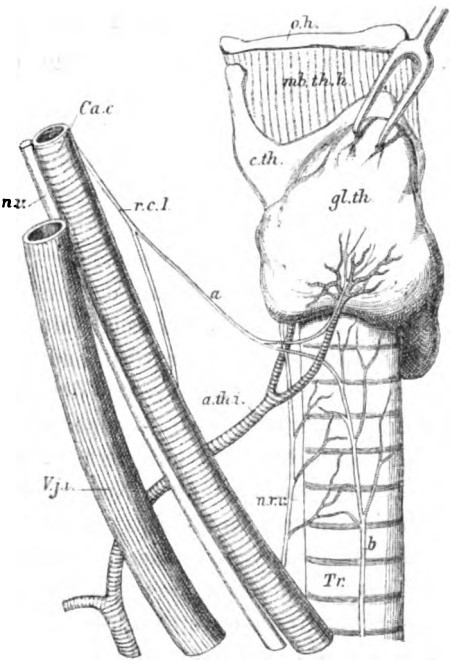


Fig. 3.

Autor und mit ihm die meisten Anatomen an, dass die Sympathicusäste, welche die Drüse erhält, alle nur von den Geflechten der beiden Schilddrüsenschlagadern herstammen. Ich habe sympathische Zweige, welche die obere Schilddrüsenschlagader direct, oder um ihre Wand Geflechte bildend, begleiten würden, trotz sorgfältiger Praeparation, nur selten gefunden; doch kann ich nicht leugnen, dass solche von dem Plexus caroticus herstammen. Ziemlich constant sieht man bei vorhandenem Ganglion cervicale med. von den Ursprüngen des zweiten Herzastes ein feines Zweigchen sich trennen, das entweder sofort in ein äusserst feines hier und da mit kleinsten Knötchen versehenes Geflecht sich auflöst und die Art. thyreoidea inf. umspinnt, oder als ein leicht zu verfolgender Faden sich an die Gefässwand anschmiegt, um sich mit der Arterie in zwei Zweige zu theilen, und mit dieser in die Drüse eindringen.

Ausser diesen Nervenelementen enthält die Glandula thyr., wenn auch nicht constant, einen Zweig vom Ramus ext. n. lar. sup. Dieser letztere

Digitized by Google

giebt kurz vor seiner Verzweigung im Musc. crico-thyreoideus bei seinem Verlaufe zwischen oder in der Nähe der Aeste der Art. thyreoidea sup. mehrere Zweige ab, von denen einer zur Communication mit Aesten des N. recurrens vagi dient, einige in den oberen Theil der Trachea eindringen, einer aber mit Sicherheit sich bis zur Schilddrüse verfolgen lässt. Er dringt meistens mit Aesten der Art. thyreoidea sup. in die Drüse ein, doch hin und wieder kann man ihn auch direct in die Drüsensubstanz eintreten sehen.

Fernerhin lässt sich eine indirecte Betheiligung der beiden Larynxnerven an der Innervation der Glandula thyreoidea immer nachweisen. Es trennen sich nämlich vom Ramus communicans lar. sup. mit dem Ramus card. I, also von dem wahrscheinlich von Luschka genannten Ramus descendens n. lar. sup. Zweige ab, die theils direct (Fig. 2, *c*) in die Drüsensubstanz eindringen, theils an der hinteren Wand mit den Gefässen zum Gewebe der Schilddrüse gelangen. Manchmal (Fig. 1, *b. d. c. f.*) sieht man den zur Schilddrüse Zweige abgebenden Ast aus einem früher bereits erwähnten Nervengeflechte, das um den N. laryngeus sup. sich bildet, hervorkommen und zum Theil Zweige an die Drüse und Trachea abgeben, zum Theil Anastomosen mit dem N. recurrens vagi bilden. Aus diesen Verästelungen stammen auch Nervenfäden, die durch die Lig. interannularia in das Innere der Trachea eindringen. Beim Praepariren dieser feinen Nervenfäden muss man äusserst vorsichtig sein. Sehr leicht kommt man in die Versuchung einen Zweig, den man bis an die Drüsenkapsel verfolgt hat, als Schilddrüsennerven anzusehen und erst bei sehr sorgfältiger Praeparation entdeckt man manchmal mehrere Centimeter weiter die wahre Endigung dieser Nervenäste. Im Ganzen sind es nur wenige, 2—3 Fäden die wirklich sich in das Gewebe der Schilddrüse verfolgen lassen, alle anderen erweisen sich schliesslich als tracheale oder anastomotische Zweige zum N. recurrens. Dieser letztere Nerv steht auch mit der Schilddrüse insofern in engerer als blos räumlicher Beziehung, als auch von den Anastomosen, die er mit dem Herzaste bildet, sich Zweige in die Substanz der Drüse verfolgen lassen. Sie dringen mit den Verzweigungen der unteren Schilddrüsenarterie in die Drüse ein, sind spärlich und nicht constant. Oefters kann man auch aus dem praetrachealen Zweige des Ramus cardiacus I (Fig. 3, *a*) feine Aeste, die für die Schilddrüse bestimmt sind, isoliren.

Die Frage, ob die in die Glandula thyreoidea eindringenden Nervenäste rein vasomotorischer Natur sind, oder auch zum Parenchym der Drüse

Digitized by Google

als Vasomotoren zu. Die Beobachtung jedoch, dass die Schilddrüsennerven direct, ohne sich an die Gefässe zu binden, in die Drüsensubstanz eindringen können, schliesst nicht die Möglichkeit aus, dass doch das Drüsengewebe in directem Zusammenhange mit nervösen Elementen steht. Im übrigen lässt sich nicht leugnen, dass die Nerven, im Vergleich zu der Grösse der Drüse sehr unbedeutend und grossen Unregelmässigkeiten in ihrem Ursprung und Vorkommen unterworfen sind. Dies steht doch wohl im auffälligen Widerspruche mit den Befunden an anderen lebenswichtigen drüsigen Organen des menschlichen Körpers. Während dort die Innervation anatomisch als geregelt nachweisbar ist, erscheinen hier die nervösen Elemente, als ob sie nur zufällig oder verirrt den Weg in die Drüse nehmen würden. Dagegen zeichnet sich die Schilddrüsenkapsel und das umliegende Bindegewebe durch grossen Reichthum an Nerven, die zum grossen Theil sympathischen Ursprunges sind, aus.

Sehr reichlich mit sympathischen und sensitiven vom Vagus stammenden Nerven ist die Trachea versorgt. Die überwiegende Mehrzahl der sensitiven Nerven stammen aus dem N. recurrens v. her, während der N. laryngeus sup. nur wenige, oben erwähnte, Zweige, die direkt in die Luftröhre eindringen, abgiebt. Die sympathischen Fasern stammen alle aus dem Ramus cardiacus I und gelangen zur Trachea entweder auf dem Wege des Ramus communicans, N. laryngei sup. oder auf dem Wege des oben beschriebenen prätrachealen Sympathicusastes, oder endlich durch Vermittelung des N. recurrens vagi. Während die Vagusfasern wohl ausschliesslich sensitiver Natur sind und als solche hauptsächlich in den oberflächlichsten Lagen der Schleimhaut ihre Endausbreitung finden, ist es mir gelungen, einige rein sympathische Fasern bis zu den von Kölliker genau beschriebenen Muskelbündeln, welche sich an die Enden der Trachaelringe und der Bronchienknorpel ansetzen und die Verengerung der Trachea und der Bronchien vermitteln, zu verfolgen. Ob das sympathische Nervensystem auch zum Flimmerepithel der Trachea und der Bronchien in Beziehung steht, konnte ich nicht ermitteln.

Das Verhalten des Halssympathicus und seiner Aeste bei den Methoden der Unterbindung der Art. thyreoidea inf.

Die älteste Methode der Unterbindung der Art. thyreoidea inf. ist von Velpeau angegeben. Bei diesem Verfahren führt man den Schnitt längs des inneren Randes des M. sterno-cleido-mastoideus, und bekommt nach Durchtrennung des M. omo-hyoideus und der Fascienblätter den zweiten, inneren Bogen des Gefässes zu Gesicht. Vorher ist es nothwendig, den M. sterno-cleidomastoideus mit der darunter liegenden Carotis com. der Vena

Digitized by Google

jugularis int. und dem Vagus nach Aussen und die Trachea mit der Schilddrüse nach Innen zu ziehen. Die Vena thyreoidea media muss, wenn sie vorhanden ist, doppelt unterbunden und durchschnitten werden. Von den Sympathicusästen bekommt man bei genauem Zusehen den ersten Herzast, eventuell seine anastomotischen Zweige zum N. recurrens vagi oder den Ramus communicans m. laryngei sup. zu sehen.

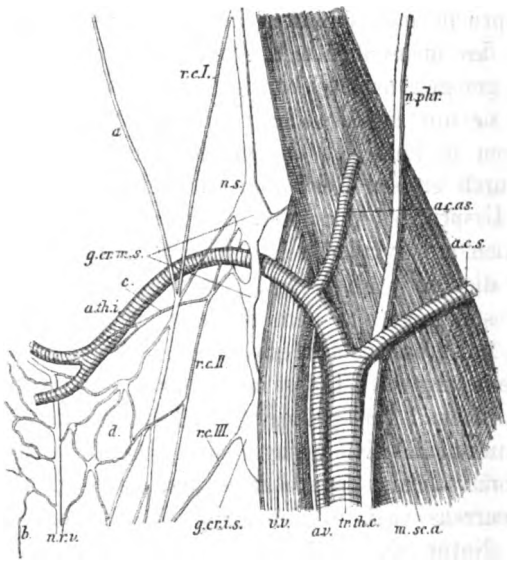


Fig. 4.

m. sc. a. = M. scalenus anticus.
n. phr. = N. phrenicus.
v. v. = Vena vertebralis.
a. v. = Art. vertebralis.
tr. th. c. = Truncus thyreo-cervicalis.
a. c. as. = Art. cervicalis ascendens.
a. c. s. = Art. cervicalis superficialis.
n. s. = N. sympathicus.
g. cr. m. s. = Ganglion cervicale med. sympathici.
g. cr. i. s. = Ganglion cervicale inf. sympathici.
r. c. I. = Ramus cardiacus I.
r. c. II. = Ramus cardiacus II.
r. c. III. = Ramus cardiacus III.
n. r. v. = N. recurrens vagi.
a. = Verbindungszweig des Ram. cardiacus I. mit dem äusseren Ast des N. laryngeus sup.
b. = Praetrachealer Ast des Sympathicus.
c. = Nervenzweig, der die Art. thyr. inf. begleitet.
d. = Nervenplexus zwischen Herzästen des Sympathicus und dem N. recurrens vagi.

Die zweite, von Langenbeck'sche Methode besteht in der Aufsuchung des Gefässes mit Hülfe eines Schnittes zwischen der Portio sternalis und Clavicularis m. sterno-cleido-mastoidei. Der Spalt zwischen den zwei Muskelportionen wird erweitert, die Carotis com., Jugularis int. und der N. vagus

Digitized by Google

nach Aussen gezogen und in der Tiefe die Arterie aufgesucht. Die Gefahr der Verletzung von Sympathicusästen ist bei dieser Methode noch grösser, wie bei der ersteren.

Eine Modifikation der Langenbeck'schen Methode hat jüngst Wölfler[1] angegeben. Er benutzt denselben Muskelspalt, zieht aber die Hauptgefässe des Halses mit dem N. vagus nicht nach Aussen, sondern nach Innen und vermeidet dadurch eine eventuelle Unterbindung der Vena thyreoidea med. Man bekommt mit Hülfe dieser Methode den ersten, äusseren Bogen der Art. thyreoidea inf. zu sehen; ein Blick auf Fig. 4 überzeugt uns jedoch, dass wir uns hier in der gefährlichsten Nähe des Gangl. cervicale med. oder des an dieser Stelle in reger Theilung begriffenen Grenzstranges befinden. Nur ein glücklicher Zufall kann bei einer an dieser Stelle vorgenommenen Unterbindung die Verletzung des Grenzstranges, seiner Aeste oder des Ganglion cervicale med. verhindern. Zwar wissen wir leider wenig von den specifischen Functionen dieses Theiles des Halssympathicus, aber gerade deswegen haben wir keinen Grund, die physiologische Rolle dieses Nerven gering zu schätzen.

Eine sichere Garantie der Nichtverletzung der sympathischen Nerven giebt, wie ich glaube, nur die von mir[2] angegebene Methode, wobei der Schnitt am äusseren Rande des M. sterno-cleido-mastoideus fällt. Man bekommt zunächst nach Durchtrennung des M. omo-hyoideus die Art. cervicalis superficialis zu sehen. Indem man diese nach Innen zu verfolgt, gelangt man zum Truncus thyreo-cervicalis, und unterbindet denselben zwischen den Ursprüngen der Art. cervicalis ascendens und superficialis. In diesem Falle ist man bei genügender Vorsicht ganz sicher, weder den Grenzstrang des Halssympathicus, noch irgend einen von seinen Aesten, die alle nach Innen von der Art. cervicalis ascendens liegen und gar nicht zu Gesicht kommen, zu verletzen. Wenn der Zwischenraum zwischen den Ursprüngen der beiden Cervicalschlagadern für eine Unterbindung zu klein sein sollte, so kann man wohl mit ruhigem Gewissen den Truncus noch unterhalb des Abganges der Art. cervicalis superficialis unterbinden. Die Unterbindung der unteren Schilddrüsenschlagader nach Innen vom Abgange der Art. cervicalis asc. ist für den Halssympathicus gefährlich.

Die Verletzung von anderen wichtigen Organen ist bei einiger Vorsicht und richtiger Beurtheilung der topographischen Verhältnisse unmöglich. Ueberhaupt kann nur noch die Vena vertebralis und der N. phre-

---

Digitized by Google

nicus in Frage kommen. Die Vena vertebralis liegt an der inneren Seite des Truncus thyreo-cervicalis, während der N. phrenicus auf dem M. scalenus anticus durch die straffe Fascia praevertebralis, hinter der er liegt, durchschimmert, sodass man ihn immer mit Leichtigkeit vermeiden kann.

Auch bei vorhandenem Kropfe soll man immer bemüht sein, zum Zwecke der Unterbindung der unteren Schilddrüsenschlagader den Truncus thyreo-cervicalis aufzusuchen. Auf diese Weise ist man im Stande, mit Sicherheit eine Zerrung oder Zerreissung des manchmal (Fig. 4) für den Durchtritt der Art. thyreoidea inf. einen Schlitz bildendes Ganglion cervicale med. zu vermeiden. Diese Gefahr besteht hauptsächlich beim Herausheben des Kropfes, wenn man nach der Velpeau'schen Methode die Ligatur machen will. Aus diesem Grunde ist diese Methode, die allerdings mit Hülfe eines Schnittes die Ligatur beider Arterien einer Seite ermöglicht, zu verwerfen.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XX.)

gl. t. = Glandula thyreoidea.
tr. = Trachea.
Os. = Oesophagus.
V. v. = Vertebra V.
m. m. h. = M. mylo-hyoideus.
m. h. g. = M. hyo-glossus.
m. r. c. a. m. = M. rectus cap. ant. major.
m. l. c. = M. longus colli.
m. t. h. = M. thyreo-hyoideus.
m. l. ph. = M. laryngo-pharyngeus.
m. c. t. = M. crico-thyreoideus.
m. sc. a. = M. scalenus ant.
m. st. cl. m. = M. sterno-cleido-mastoideus.
gl. c. s. s. = Ganglion cerv. sup. sympathici.
n. l. s. = N. laryngeus sup.
r. int. n. l. s. = Ramus internus n. laryngei sup.
r. e. n. l. s. = Ramus externus n. laryngei sup.
1 = Verbindungsast zwischen N. sympathicus und Ram. ext. n. larg. sup.
2a, 2b, 2c = Verbindungsäste des N. sympathicus mit N. recurrens vagi.
3 = Ast zur Glandula thyreoidea.
4 = Verbindungsast vom zweiten Herzaste zum N. recurrens.
r. c. I. = Ramus cardiacus primus.
r. c. II. = Ramus cardiacus secundus.
n. s. = N. sympathicus.
gl. c. i. s. = Ganglion cerv. inf. sympathici.
n. r. v. = N. recurrens vagi.
s. = Praetrachealer Nervenzweig des Sympathicus.
A. c. c. = Art. carotis communis.
V. j. i. = Vena jugularis interna.
a. s. = Art. subclavia.
a. v. = Art. vertebralis.
v. s. = Vena subclavia.
v. v. = Vena vertebralis.
tr. t. c. = Truncus thyreo-cervicalis.
a. c. s. = Art. cervicalis superficialis.
pl. br. = Plexus brachialis.
n. phr. = N. phrenicus.
a. t. i. = Art. thyreoidea inf.
a. c. a. = Art. cerv. ascendens.
n. v. = N. vagus.

Digitized by Google

Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung.

Von

Wilhelm His.[1]

In zwei ausgedehnteren Publicationen[1] habe ich im verflossenen und in diesem Jahre die erste Entstehungsgeschichte des Rückenmarkes und seiner Nerven sowie diejenige der Gehirnnerven besprochen. Ich gebe im Nachfolgenden eine kurze, die Entstehung der ersten Nervenbahnen behandelnde Uebersicht, welche wesentlich als Einleitung zu dem nachfolgenden Aufsatze dienen soll. Für alle eingehenderen Darstellungen verweise ich auf die beiden grösseren Publicationen.

Während der ersten Zeit ihrer Existenz bestehen Gehirn, Rückenmark und Ganglien aus isolirten Zellen, die ohne Verbindung untereinander und ohne Verbindung mit der Peripherie sind. Sie stellen, kurz ausgedrückt, ein Nervensystem ohne Nerven dar. Beim menschlichen Embryo treten die ersten Nervenfasern während der vierten Woche auf. Alle entstehen als Ausläufer von Zellen, ein Theil derselben als Fortsätze von Gehirn- und von Rückenmarkszellen, ein anderer als Ausläufer von Ganglienzellen. Die centralen Zellen entsenden je nur einen Axencylinderfortsatz, die Zellen der Ganglien sind bipolar und geben zwei Fortsätze ab, von denen der eine

---

[1] Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. *Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.* 1886. Bd. XIII. Nr. 6.

Digitized by Google

als centrale Wurzelfaser in's Gehirn oder in's Rückenmark hinein wächst, der andere peripheriewärts sich ausbreitet. Bevor noch die Nervenfasern sich ausgiebiger entwickelt haben, bildet sich in dem Centralorgan ein gleichfalls aus Ausläufern von Zellen gebildetes Gerüst (das Neuro- oder

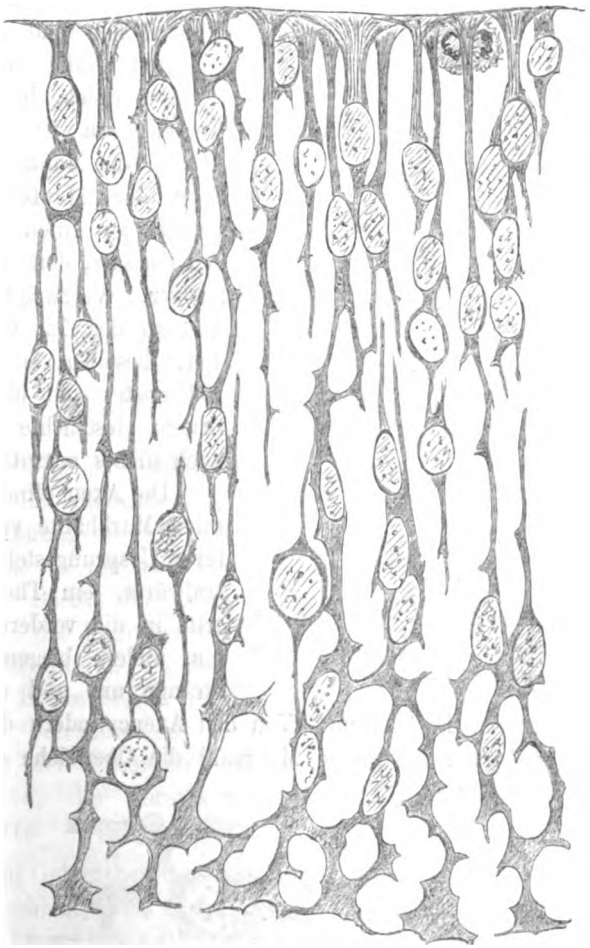


Fig. 1.
Gerüst aus der dorsalen Rückenmarkshälfte eines $3^1/_2$ wöchentl. Embryo (*Bl*). Vergr. 1100. Die innere Grenzmembran liegt in der Figur nach oben.

Myelospongium), das in der Folge verhornt und dessen Zweige unter sich vielfach verbunden sind. Wir pflegen dasselbe als Stützgerüst aufzufassen, es hat aber unzweifelhaft auch die wichtige Bedeutung, den intramedullaren Fasern ihren Weg vorzuschreiben und dadurch die innere Organisation der Centraltheile mitzubestimmen.

Digitized by Google

Am Gehirn und am Rückenmark scheidet sich eine äussere aufgelockerte Zellenschicht, die Mantelschicht von der dichteren Innenschicht. Zwischen beiden Schichten besteht ein merkwürdiger functioneller Gegensatz. Die Neubildung von Zellen, an dem Auftreten der characteristischen Kerntheilungsfiguren erkennbar, geht laut Altmann's Entdeckung nur in der Innenschicht und zwar in der nächsten Nähe des Centralcanals vor sich, die Bildung von Nervenfasern ist dagegen ein Attribut der Mantelschicht. Jede Zelle der Mantelschicht entsendet je einen fadenförmigen Fortsatz, den Axencylinderfortsatz. Verzweigte Fortsätze sind zu der Zeit nicht vorhanden, dieselben entwickeln sich viel später und über ihre genauere Geschichte vermag ich noch nichts mitzutheilen.

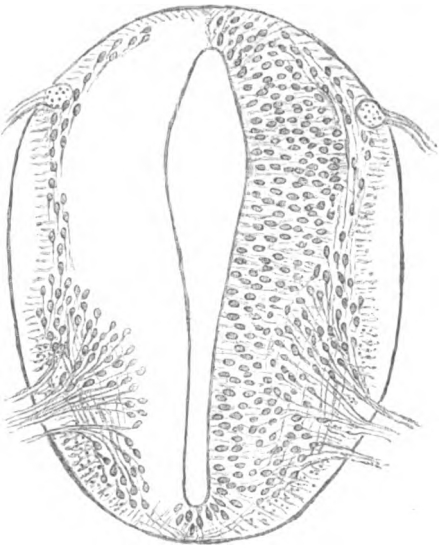
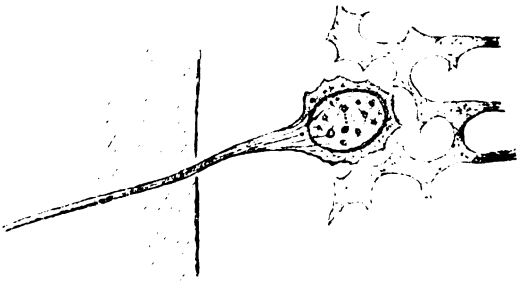


Fig. 2.
Rückenmarksdurchschnitt eines ca. 4 wöchentl. Embryo (Br_3); links ist nur die Mantelschicht dargestellt.

Die Axencylinder der dorsalen Markhälfte verlaufen von ihren Ursprungsstellen aus ventralwärts, ein Theil derselben tritt in die vordere Commissur ein, andere biegen in Längsstränge um und sie entziehen sich unserer ferneren Beobachtung. Von den Axencylindern der ventralen Markhälfte überschreitet die grosse Mehrzahl die Oberfläche des Rücken-



Digitized by Google

markes. In convergentem Verlaufe zusammentretend, bilden sie die Wurzelbündel motorischer Nerven. Ihre Anlegung an die Muskelplatten der Urwirbel ist bei früheren Gelegenheiten dargestellt worden.[1]

Das Gehirnrohr besteht, gleich den Rückenmark, ursprünglich aus zwei dicken Seitenwandungen, welche ventral- und dorsalwärts je durch eine dünne Platte, die Bodenplatte und die Deckplatte verbunden sind. Letztere erreicht im Bereich der Rautengrube ihre grösste Entwickelung, wogegen sie im Isthmus und im Mittelhirn nur schmal ist. An der Seitenwand des Hirnrohres sind längs der Rautengrube die ventrale nnd die dorsale Hälfte durch eine Knickung von einander geschieden, und der Querschnitt des Rohres bekommt dadurch in grösserer Ausdehnung die Grundform eines Fünfecks mit ventraler Kante und dorsaler Basis. Im Isthmus zeigt dagegen das Rohr eine starke seitliche Abflachung und im Mittelhirn ist der Boden breiter als die Decke. Ich bezeichne die ventrale Hälfte der Seitenwand als Grundplatte, die dorsale als Flügelplatte.

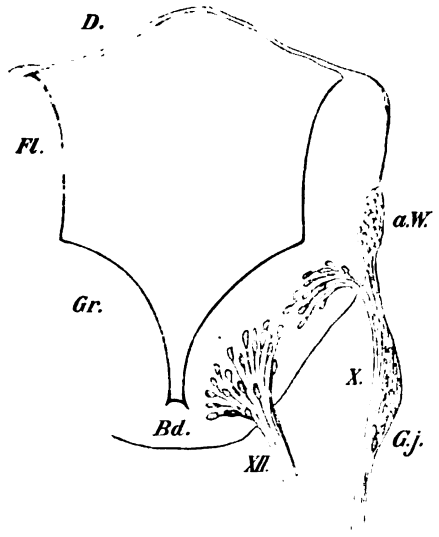


Fig. 4.

Querschnitt durch das Gebiet des Vagus nnd Hypoglossus-Ursprungs. Innerhalb des Marks sind die beiden motorischenKerne des XII. und des X. Nerven dargestellt, die sensiblen Vagusfasern gehen in die aufsteigende Wurzel *a. W.* über. *G. j.* Ganglion jugulare. *Fl.* Flügelplatte. *Gr.* Grundplatte. *Bd.* Bodenplatte. *D.* Deckplatte.

Auch im Gehirntheil des Medullarohres trennt sich von der Innenplatte eine Mantelschicht, und deren Zellen entsenden je einen Axencylinderfortsatz. Sämmtliche Fasern motorischer Gehirnnerven entspringen aus Zellen der Grundplatte des Gehirns. Letztere ist aber die directe Fortsetzung von der ventralen Hälfte des Rückenmarksrohres und es besteht somit eine vollständige Uebereinstimmung in der Ursprungsweise der motorischen Nerven des Gehirns mit denjenigen des Rückenmarkes.

---

[1] *Dies Archiv.* 1882. S. 109 und Taf. V, Fig. 3.

Digitized by Google

Am Rückenmark bilden die motorischen Zellen einen von unten nach oben hin ununterbrochenen bandartigen Kern. An ihm können wir die medioventrale Hälfte als Vorderhorn-, die dorsolaterale als Seitenhornzone auseinander halten. Eine Fortsetzung dieses motorischen Bandkernes erstreckt sich im Gehirn bis zum Rande des Brückengebietes. Zu ihm gehören als besondere Abtheilungen der Hypoglossus- und der Accessoriuskern, sowie die motorischen Kerne vom Vagus und Glossopharyngeus. Der Facialiskern reiht sich demselben nahe an, weiterhin aber wird die Reihe

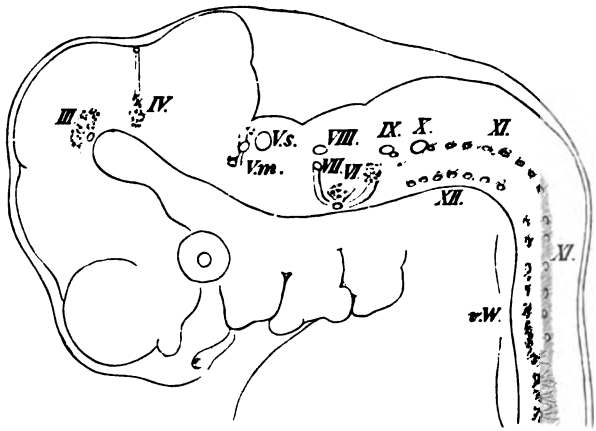


Fig. 5.

Kerne der motorischen Gehirnnerven. *v. W.* vordere Wurzelbündel der Rückenmarksnerven. Die Kreise bezeichnen die Austrittsstellen der Bündel. Diese sowie Fig. 8 sind verkleinerte Copien einer Tafel des im Eingang genannten Aufsatzes.

der motorischen Kerne unterbrochen. Es finden sich Zwischenstrecken, innerhalb deren die Axencylinder der Grundplatte nicht mehr zu Wurzelfasern, sondern zu intracerebralen Bahnen werden. Die motorischen Kerne vom Abducens, Trigeminus, Trochlearis und Oculomotorius bilden mehr oder minder isolirte Inseln, inmitten von Gebieten anderer Bedeutung.

Im Rückenmark, mit Ausnahme des obersten Halsmarkes, sammeln sich die motorischen Fasern der gesammten vorderen Markhälfte an der Grenze zwischen Vorder- und Seitenstrang. Ihre Austrittsstellen liegen vom Lendenmark ab bis zum unteren Theil des Halsmarkes in einer schmalen Längsreihe. Im oberen Theil des Halsmarkes bekommen die Fasern der Seitenhornzone gesonderte Austrittspforten, welche mehr dorsalwärts liegen als die der Vorderhornfasern. Das Gebiet des Accessorius scheidet sich dadurch von dem der vorderen Wurzeln im engeren Sinn. Die vorderen Wurzeln des oberen Halsmarkes sind somit denen des übrigen Rückenmarkes

Digitized by Google

nicht genau gleichwerthig. Zu einer solchen Gleichwerthigkeit fehlt ihnen der Seitenhornantheil der Fasern.

In der Medulla oblongata sondern sich die motorischen Fasern der Grundplatte gleichfalls in zwei Reihen. Die eine, ventralwärts austretende Reihe von Fasern, der Vorderhornzone entstammend, umfasst die lange Kette von Hypoglossuswurzeln. Eine zweite Parallelreihe von Wurzelbündeln erscheint längs der Seitenkante der Med. oblongata auf der Grenze der Grundplatte und der Flügelplatte. Den Hauptantheil dieser Wurzeln rechnen wir zum Accessorius; ohne bestimmte Grenze schliessen sich dem Accessorius die motorischen Vagusbündel an und einige schwache Bündel treten in den Glossopharyngeusstamm. In der verlängerten Richtung dieser lateralen Austrittslinien verlassen vor der Gehörblase die Facialisfasern und noch weiter nach vorn die motorischen Trigeminusfasern das Gehirn. Der N. abducens und der N. oculomotorius gehen auf dem kürzesten Weg zu dessen Ventralfläche. Der Trochleariskern, in der Grundplatte des abgeflachten Isthmus liegend, sendet seine Fasern direct dorsalwärts und diese durchsetzen die Deckplatte, um jenseits von der Mittellinie frei zu werden. So einheitlich die Ursprungsweise der motorischen Gehirnnerven ist, so frei erscheint demnach deren Austrittsweise aus dem Innern des Organes. Auch hier gilt unzweifelhaft das allgemeine Gesetz, dass die Fasern den Bahnen geringsten Widerstandes folgen.

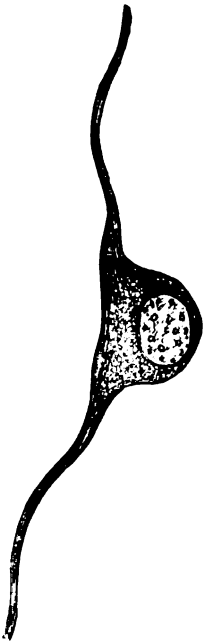


Fig. 6.
Einzelne Zellen eines Spinalganglions von einem $4^1/_2$ wöchentlichen Embryo (*N*). Verg. 1100.

Die sensibeln Nerven, der N. acusticus und die Geschmacksnerven entspringen in den Ganglien und sie wachsen mit ihren centralen Wurzeln in das Rückenmark und in das Gehirn herein. Diesen Satz, den ich früher nur indirect zu stützen vermocht hatte, vermag ich nun mit grosser Sicherheit zu beweisen. Jede Zelle eines Ganglions nimmt nämlich zunächst eine spindelförmige Gestalt an, dann aber wächst sie in zwei Fasern aus, die nach entgegengesetzten Richtungen vom Zellkörper abgehen. Der Körper selbst pflegt, aus der Richtung der Fasern heraus, zur Seite zu treten, derart, dass er den Zusammenhang der letzteren nicht unterbricht. Wir kennen die Stufen, da die Fortsätze eben erst entstehen, da sie das Ganglion verlassen und da deren centralwärts wach-

Digitized by Google

sende Enden dem Rückenmark oder dem Gehirn sich anlegen. An dem letzteren Organe kann man das Vorrücken der eingetretenen Wurzelbündel schrittweise verfolgen. Dieselben Formen bipolarer Ganglienzellen, welche beim 4—5 wöchentlichen menschlichen Embryo in den Spinalganglien mit Leichtigkeit nachzuweisen sind, finden sich in den verschiedenen Kopfganglien wieder, im G. Gasseri, im G. geniculi, sowie in den Acusticus-, Glossopharyngeus- und Vagusganglien. Die Zellen erscheinen im Allgemeinen zu Ketten zusammen gruppirt, die theils durch freie Spalten, theils durch Faserbündel von einander geschieden bleiben.

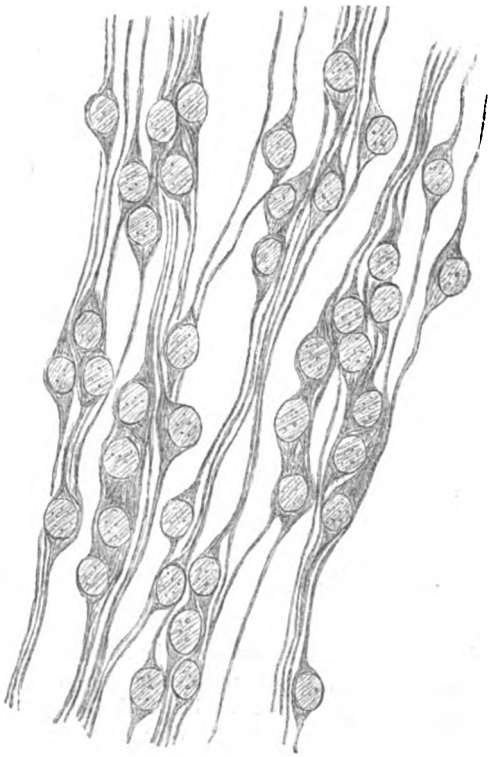


Fig. 7.
Zellen und Fasergruppen aus einem Spinalganglion desselben Embryo. Vergr. 500.

Die centralen Fasern der Spinalganglien erreichen die Oberfläche des Rückenmarkes und die Mehrzahl derselben biegt in ein Längsbündel um, den primären Hinterstrang oder das ovale Bündel, aus dem weiterhin einzelne Büschel medialwärts sich abzweigen, um zwischen die Zellen der Flügelplatte einzutreten.

Auch die Fasern, die den Kopfganglien entstammen, erreichen zunächst die Oberfläche des Gehirns und sie lagern sich etwas dorsalwärts von deren Seitenkante. Die Wurzelfasern der Nn. Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus biegen zu einem grossen Theil in Längsbündel um, welche Anfangs sehr kurz sind, dann aber mehr in die Länge wachsen und welche die Richtung nach dem Halsmark einschlagen. Es sind dies die von der Hirnanatomie sogenannten aufsteigenden Wurzeln. Ihre Lage ist noch beim $4^1/_2$ wöchentlichen Embryo durchaus oberflächlich. Zu Folge eines eigenthümlichen, hier nicht näher zu erörternden Faltungsprocesses der Flügelplatte werden sie von aussen her umwachsen und ihre Lage wird eine sehr viel versteckte als sie ursprünglich war.

Digitized by Google

Die Wurzelfasern des N. acusticus gehen nur zum kleinen Theil in eine aufsteigende Wurzel über, sie zerstreuen sich bald nach ihrem Eintritt in's Gehirn nach verschiedenen Richtungen. Dagegen kommt dem sogenannten Wrisberg'schen Nerven d. h. dem Ganglienantheil des N. facialis, laut der Entdeckung Sapolini's, eine lange aufsteigende Wurzel zu. Die aufsteigenden Wurzeln der sensibeln Gehirnnerven sind den primären Hintersträngen des Rückenmarkes homolog. Sie bilden sich, wie diese, allmählich und in eben dem Maasse aus, als die sensibeln Fasern in's Mark eindringen und hier in die Länge wachsen.

Die peripherisch auswachsenden Fasern, sowohl die motorischen, als die sensibeln, sammeln sich zu kurzen Stämmen. Jeder derselben besteht aus einer Anzahl feiner kernloser Fäden, die in der Nähe des Ursprungs eine deutlich fibrilläre Streifung zeigen. Innerhalb eines Stammes zeigen die Fasern theilweise vrrschränkten Verlauf. Parablastische Zellen zeigen sich beim menschlichen Embryo Anfangs nur sparsam zwischen den Nervenfasern zerstreut. Im Verhältniss zu seiner Umgebung ist ein junger Nervenstamm durchsichtig und er pflegt sich von derselben als helle Strasse abzuheben. Je jünger ein Nervenstamm, um so kürzer ist er, das Auswachsen geschieht allmählich und es vergehen einige Wochen bis z. B. die letzten Enden der Finger und der Zehen ihre Nerven erhalten haben.

Kurz nach ihrem Hervortreten haben die Nervenstämme, auch dann, wenn sie später verwickeltere Bahnen beschreiben, einen gestreckten Verlauf. Dementsprechend gelangen sie zunächst auch in solche Theile, die in der geraden Richtung ihres Auswachsens gelegen sind. Sehr auffällig ist dies schon bei den drei Augenmuskelnerven, welche in gekreuzter Richtung, ein jeder direct zu seinem Endpunkt hintreten; am auffallendsten aber ist die Verlaufsweise beim N. vagus, dessen Weg in den Rumpf herab, wenigstens in der Profilansicht, wie nach der Schnur gezogen erscheint. Die drei Aeste des N. trigeminus, sowie die Nn. facialis und glossopharyngeus sind Anfangs gleichfalls gestreckt und sie erfahren erst dadurch secundäre Biegungen, dass die Visceralbogen, denen sie angehören, sich gegen einander verschieben. Wenn in Folge secundärer Umlagerungen ein Stamm sich krümmt, so ändert sich auch die Stellung seines wachsenden Endabschnittes und die Richtung des Auswachsens wird dadurch eine andere. Dies ist z. B. der Fall mit dem N. facialis, dessen Zweige nach erfolgter Biegung des Stammes in einer Richtung sich ausbreiten, die mit der ursprünglichen mehr denn einen rechten Winkel bildet.

In sehr directer Weise treten auch die Rumpfnerven in ihren Verbreitungsbezirk ein, und wenn sie diesen späterhin nur auf einem längeren Wege erreichen, so ist das eine Folge von nachträglichen Verschiebungen der Theile. Die obere sowohl, als die untere Extremität liegen

Digitized by Google

ursprünglich vor eben dem Rückenmarksabschnitte und vor den Ganglien, von denen aus dieselben ihre Zweige erhalten. Da, wo verschiedene, nahe bei einander liegende Nerven in verschiedener Richtung auswachsen, können sie unter einander zu Geflechten sich verbinden. Nirgends tritt dies in auffallenderer Weise in Erscheinung, als im Grenzgebiet vom Hals und vom Kopf. In Folge der starken Nackenkrümmung stossen die oberen Rückenmarksnerven unter fast rechten Winkeln auf die hinteren Kopfnerven und gehen mit diesen mannigfache Verbindungen ein.

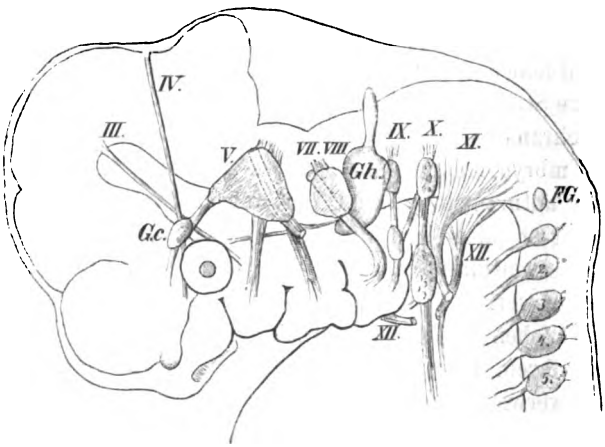


Fig. 8.
Peripherisches Kopfnervensystem von Embryo *Ko. Nl.* 10 mm. *G. c.* Ganglion ciliare. *Gh.* Gehörblase. *F. G.* Froriep'sches Ganglion. Die römischen Ziffern bezeichnen die Ordnungsnummern der Kopfnerven.

Ein auswachsender Nerv rückt in der Richtung seines Endabschnittes vor, so lange ihm nicht durch einen Widerstand der Weg verlegt wird. Blutgefässe, Knorpel oder überhaupt verdichtete Stellen im Gewebe können die Nerven von ihrer Bahn ablenken. Vorhandene Widerstände kommen auch in Betracht als Motive der Theilung: indem nämlich ein Stamm auf einen Knorpel oder auf ein Gefäss stösst, werden seine Fasern in verschiedener Richtung abgelenkt und der Stamm theilt sich. So trennen sich z. B. der dritte Trigeminusast an der Grenze des Meckel'schen Knorpels in den R. lingualis und den R. mandibularis, und der N. hypoglossus an der Wand der V. jugularis in den R. descendens und R. lingualis u. dgl. m.

Die centralen Nervenfasern sind entweder Axencylinder- oder verzweigte Fortsätze, erstere entstehen viel früher als die letzteren. Während die Axencylinder den Zusammenhang der Ursprungszellen mit einem ganz bestimmten Enddistrict vermitteln, ist durch die verzweigten Ausläufer die Möglichkeit

Digitized by Google

geboten, dass eine Zelle nach vielen Orten zugleich Beziehungen unterhält. Für das Auswachsen beider Arten von centralen Nerven müssen ähnliche Grundsätze gelten, wie für die peripherischen Fasern, d. h. deren Wachsthum in der Richtung des Endstückes wird so lange andauern, bis den Fasern der Weg durch einen Widerstand verlegt wird, oder bis das Wachsthum aus inneren Ursachen stille steht. Die longitudinale Umbiegung der sensibeln Wurzeln an der Oberfläche von Rückenmark und von Gehirn ist darauf zurückzuführen, dass die hier anlangenden Fasern nicht in derselben Richtung vordringen können. Im Innern des Markes bildet die Spongiosa ein System von Gängen, welches die Ausbreitungsweise der intramedullaren Fasern bestimmt und, nach meinem Dafürhalten, wirkt das Myelospongium nicht allein auf die in früher Zeit auftretenden Axencylinder richtend, sondern es bedingt auch direct das Verhalten der erst nachträglich sich entwickelnden verzweigten Ausläufer. Dabei liegt es nahe genug, die Verzweigungen selber als eine Folgeerscheinung gehemmten Weiterwachsens der einzelnen Fortsätze zu interpretiren.

Besonders wichtig erscheint das zeitliche Ineinandergreifen der Wachsthums- und Entwickelungsvorgänge von den Nerven mit denen von Knorpeln, Blutgefässen und anderen die Nervenausbreitung beeinflussenden Gebilden. Die Knorpelbildung geht der Ausbreitung der Nervenstämme theils parallel theils auch voraus. Ebenso wichtig erscheint es, die zeitliche Succession der einzelnen Nervenentwickelungen zu beachten. Die Theile des Centralorgans in denen die Fasern zuerst entstehen, bleiben den übrigen nicht allein auch in der Folge am meisten voraus, sondern sie gehen auch die mannigfaltigsten Beziehungen mit anderen Theilen ein und sie erreichen die complicirteste innere Organisation. Früher als andere Gehirn- und Rückenmarkstheile gelangt die Medulla oblongata zur Ausbildung.

Den von manchen Forschern festgehaltenen Glaubenssatz, dass eine Nervenfaser und speciell eine centrale Nervenfaser an ihren beiden Endpunkten mit Zellen zusammenhängen müssen, halte ich nicht für begründet,[1] ein freies Auslaufen der intracentralen Nervenfasern ist entwickelungsgeschichtlich wahrscheinlicher als die doppelseitige Verbindung mit Zellen, und für ein solches freies Auslaufen sprechen auch in sehr entschiedener Weise die Beobachtungen von Golgi.

Die Vorgänge und die Bedingungen, welche die Bildung und Ausbreitung centraler und peripherischer Nervenbahnen beherrschen, sind alle ein-

[1] Man vergleiche die Eingangs citirte Schrift über das Rückenmark. S. 509 u. ff. Zum Theil fast wörtlich dieselben Betrachtungen finden sich in einem gleichzeitig und unabhängig erschienenen Aufsatze von A. Forel. Die Einwendungen dieses Autors gegen das Hereinwachsen der Nerven in's Mark sind den Thatsachen gegenüber nicht haltbar.

Digitized by Google

fachster Art und doch beruht auf ihnen die gesammte, so unendlich feine und complicirte Organisation unseres Nervensystemes, sowie die in's Einzelne tief hereinreichende erbliche Uebereinstimmung neu sich entwickelnder Individuen mit ihren Erzeugern. Wenn der Verlauf der sich bildenden Nervenbahnen das eine Mal durch Spongiosabälkchen, das andere Mal gar durch Knorpel oder durch Blutgefässe bedingt wird, so mag es auf den ersten Blick räthselhaft erscheinen, dass Vorkommnisse so zufälliger Natur in die Entwickelung eines Systemes eingreifen sollen, das unser gesammtes Leben von Leib und von Seele beherrscht. Die Sachlage gewinnt eine andere Gestalt, sowie wir uns vergegenwärtigen, dass es sich um einen Entwickelungsprocess handelt, dessen Ablauf im Zeugungsacte voraus bestimmt ist. Alle die einzelnen Theilvorgänge müssen in streng geordneter Weise in einander greifen, so wie einmal der Anfang des Processes gegeben ist und es ist, wie wir mit dem schönen Ausdruck von Leibniz sagen können, die Harmonie organischer Entwickelung eine praestabilirte.

Digitized by Google

Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven.

Eine kritische Studie.

Von

Wilhelm His.

Die Ergebnisse über den Ursprung der Kopfnerven, wie sie in der vorangegangenen Notiz mitgetheilt worden sind, müssen nothwendig auch unser Urtheil über deren morphologische Gruppirung beeinflussen, und ich werde im Nachfolgenden versuchen, meine Ideen über diese Seite der Frage zu entwickeln. Ich thue dies mit einem gewissen Widerstreben, insofern ich dadurch genöthigt bin, mit herrschenden Doctrinen kritisch mich auseinanderzusetzen und es mir viel erwünschter wäre, aller polemischen Thätigkeit aus dem Wege gehend, nur auf die Förderung objectiver Kenntnisse mich zu beschränken. Indessen scheint mir, das eine ruhige Auseinandersetzung der verschiedenen Gesichtspunkte im gegenwärtigen Augenblick zur wissenschaftlichen Nothwendigkeit geworden ist, ja es liegt das Bedürfniss hierfür geradezu in der Luft. Eben während ich mit den Vorarbeiten zu dieser meiner Studie beschäftigt gewesen bin, ist von Gegenbaur ein Aufsatz veröffentlicht worden, welcher eine grosse Reihe neuerer morphologischer Arbeiten einer strengen Kritik unterzogen hat. So verschieden unsere Ausgangspunkte sein mögen, so freue ich mich doch, den Gegenbaur'schen Arbeiten nach sehr wesentlichen Seiten hin zustimmen zu können. Mit Befriedigung unterschreibe ich vor allem jene Sätze, welche der einfachen Thatsache zu ihrem Recht gegenüber der Speculation verhelfen.[1] Auch anerkenne ich gern die Aussprüche über die gegenseitigen Beziehungen von Entwickelungsgeschichte und vergleichender Anatomie

[1] Nr. 1, S. 8, 10, 13, 14 und an manchen anderen Stellen.

Digitized by Google

bei der Beurtheilung morphologischer Fragen und über die wechselseitige Ergänzung und Controlirung, welche die Resultate der einen Forschungsweise für die der anderen liefern.[1] Bei genauerem Zusehen findet man eben, dass die Differenzen nicht in dem liegen, was der eine und der andere Beobachtungskreis an thatsächlichen Befunden ergiebt, sondern in demjenigen, was die Vertreter der einen und der anderen Schule zwischen den Zeilen zu lesen sich bemühen. Nun sind aber nach meiner Ueberzeugung gerade die jüngeren vergleichend morphologischen Schulen in der Lectüre zwischen den Zeilen über die Maassen weit gegangen, und ich halte es für eine Pflicht, meinen Bedenken hiergegen offenen Ausdruck zu geben. Es handelt sich dabei nicht um Vertheidigung oder um Anfeindung der Descendenztheorie, deren Herrschaft heute völlig unangefochten dasteht, wohl aber handelt es sich darum, den überwiegend dogmatischen Bestrebungen der betreffenden Schulen gegenüber, die Grundsätze objectiver Wissenschaftlichkeit zu verfechten. Immer von neuem sind die Gefahren zu betonen, in welche die Forschung verfällt, wenn sie über dem Hang zur Speculation das Vermögen naiver Beobachtung verliert und damit die eigentliche Wurzel ihrer geistigen Freiheit preis giebt.

Geschichtliche Darstellung.

Schon vor Feststellung des Bell'schen Lehrsatzes ist Seitens der Anatomen die Frage aufgeworfen worden, inwieweit die Gehirnnerven den Rückenmarksnerven vergleichbar sind. Für die unteren 4 Paare von Kopfnerven war dieser Vergleich stets sehr naheliegend. Th. Sömmering in seinem Werke über die Gehirnbasis bezeichnete dieselben geradezu als Rückenmarksnerven, die aus dem Schädel hervortreten, und auch spätere Autoren knüpften immer wieder an die Uebereinstimmung dieser Nerven mit Rückenmarksnerven an. Nicht minder forderten aber die Verhältnisse der Wurzeln des N. trigeminus zur Vergleichung mit denen der Rückenmarksnerven heraus, und es ist bekannt, wie Bell's Entdeckung von der functionellen Scheidung der Nervenwurzeln des Rückenmarks gerade aus

Digitized by Google

Spinalganglien hat aber Bell dazu geführt, die sensitive Natur der ersteren, die motorische der letzteren zu erschliessen.[1]

Eine allgemeine Erörterung der Beziehungen zwischen Hirn- und Rückenmarksnerven findet sich in dem 1817 erschienenen Handbuch der menschlichen Anatomie von Joh. Friedrich Meckel:[2] „Alle Hirnnerven", so heisst es da, „sind einzelne Abtheilungen von Rückenmarksnerven, welche sich nicht wie diese zu einem Stamm vereinigt, sondern zu einzelnen Nerven entwickelt haben, und der Grund dieser Abänderung des ursprünglichen Typus ist theils die Entwickelung der Centralmasse des Nervensystems im Innern des Schädels, sowie des Schädels selbst, wodurch die einzelnen Abtheilungen der Nervenwurzeln sowohl bei ihrem Entstehen als in ihrem Verlauf mechanisch auseinandergerückt werden, theils die Eigenthümlichkeit der Gebilde am Schädel, der Sinnesorgane, deren Wurzeln durch die Nerven, welche sich zu ihnen begeben, gebildet werden und deren Eigenthümlichkeit der Entwickelung eigener Nerven parallel läuft." „Dass sich wirklich nicht neue Nerven anbilden, sondern nur ganze Nerven zerfallen, einzelne Aeste derselben sich zu ganzen Stämmen erheben und von eigenen Hirntheilen entspringen, ergiebt sich für manche derselben aus der vergleichenden Anatomie unwiderleglich, indem eigene Nerven, namentlich Sinnesnerven höherer Thiere, bei den niedrigen Thieren nur untergeordnete Aeste anderen Nerven namentlich des dreigetheilten sind, dies umsomehr, je tiefer das Thier ist." Diese Entwickelung einzelner Theile am Nerven zu eigenen Stämmen nimmt vom hinteren bis zum vorderen Ende des Gehirns allmählich zu. An den hinteren Nerven spricht sie sich nur durch Nichtvereinigung der hinteren und der vorderen Wurzeln der Nerven aus, die vorderen dagegen scheinen dadurch zu entstehen, dass sogar einzelne Bündel zu eigenen Nerven sich erheben."

Ich habe diese Stelle vollständig abgedruckt, weil sie ein sehr wichtiges Princip scharf formulirt, ein Princip, das spätere Autoren in der einen oder anderen Weise stets wieder zur Geltung zu bringen sich bemüht haben. Meckel betont übrigens, dass die Kopfnerven dem Typus des Schädelknochen folgen, indem auch diese um so wirbelähnlicher sind, je weiter sie nach hinten liegen. Er erklärt die vier hinteren Kopfnerven für Theile eines einzigen Stammes, dessen vordere Wurzel durch den N. hypoglossus, die hintere durch Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius gegeben sind. Ueber

[1] Ueber die Verdienste von Paletta, Prochaska und Görres in diesen Fragen siehe Joh. Müller. Nr. 8. S. 51.

[2] Bd. III. S. 668 u. S. 787.

Digitized by Google

die übrigen acht Nerven spricht sich Meckel etwas zurückhaltender aus. Zu den hinteren Wurzeln zählt er die Nn. opticus, trochlearis, facialis und acusticus, zu den vorderen die Nn. olfactorius, oculomotorius, trigeminus und abducens, und er bemerkt, dass man die Nn. trigeminus, facialis und acusticus nebst den drei Augenmuskelnerven leicht auf einen Stamm zurückführen könne. Danach sind, abgesehen von den beiden Sinnesnerven Olfactorius und Opticus, nur zwei Hauptpaare von Kopfnerven zu unterscheiden, die wir unter der späteren Bezeichnung von Gegenbaur als Complexe des Trigeminus und des Vagus auseinander halten können.

In Meckel's Gruppirung tritt die functionelle Rolle der einzelnen Nerven in den Hintergrund, es wird wesentlich nur zwischen vorderen und hinteren Wurzeln unterschieden, und auch die Beziehung auf die Schädelwirbel erscheint ganz allgemein gehalten. Nach beiden Richtungen schärfer accentuirt ist die Darstellung von Fr. Arnold. Dieser Anatom scheidet zunächst die drei höheren Sinnesnerven (I, II und VIII) von den Wirbelnerven (III—VII und IX—XII). Die selbstständige Stellung der ersteren begründet er durch die histologische Natur ihrer Fasern, durch die Art ihrer Verbindung mit Theilen des Gehirns, durch ihre angebliche Entstehung als Ausstülpungen der primitiven Hirnbläschen, durch ihren Mangel an Seitenästen und durch ihre Unempfindlichkeit gegen directe Reize. Die Wirbelnerven sind gleich denen des Rückenmarks Haut- und Muskelnerven und verhalten sich in vielen Punkten, was Bau, Art des Ursprungs, des Verlaufs und der Vertheilung betrifft, wie diese. Die neun hierher gehörigen Nerven werden durch das Hörnervenpaar in zwei Abtheilungen geschieden, die sich zu den drei Schädelwirbeln ähnlich verhalten, wie die Rückenmarksnerven zu den Wirbeln des Rückgrats. Mit den Nerven des Rückgrats bieten die Wirbelnerven viele Aehnlichkeiten, aber auch manche Verschiedenheiten, wie denn die letzteren aus den allgemeinen Bedingungen erhellen, welche für Ursprung, Verlauf und Vertheilung der Schädelnerven gelten.

Die Muskel- und Hautnerven des Hirns sind gleich den Rückenmarksnerven in ihrem Ursprung scharf geschieden. Dagegen kommen sie nicht regelmässig mit zwei functionell differenten Reihen von Wurzeln aus dem Hirnmark hervor, indem Muskel- und Hautnerven zum Theil in derselben Reihe oder nahe nebeneinander stehen. Das III., VI. und XII. Paar entsprechen, ihrem Ursprung nach, vorderen Wurzeln und stimmen auch functionell mit solchen. Das V., VII., IX., X. und XI. Paar verhalten sich aber im Ursprung wie hintere Wurzeln, obgleich die kleinere Portion des V. und IX. Paares sowie der grösste Theil des VII. und XI. Paares Muskel-

[1] Nr. 4. S. 121 u. ff. und Nr. 5. S. 1 u. ff. und Nr. 6. Bd. II b. S. 830 u. ff.

Digitized by Google

nerven sind. Das IV. Paar steht endlich ganz gesondert von den übrigen Nerven hinter den Vierhügeln. „Dies hat seinen Grund", so fährt Arnold fort, „darin, dass die Fasern der drei Rückenmarksbündel am Anfang des verlängerten Markes sich mischen und in verschiedener Richtung durchkreuzen, so dass die strangförmigen Körper z. B. aus Fortsetzungen der Fasern der hinteren, mittleren und selbst der vorderen Rückenmarksbündel bestehen."

Die Wurzeln eines Wirbelnerven können sich entweder zu einem Stamm vereinigen oder besondere Nerven bilden und letztere Eigenthümlichkeit ist auf die weitere Entfaltung des Cerebrospinalorganes in den Schädelhöhlen zu beziehen. — Alle Sinnnerven, welche zur äusseren Haut oder zu Schleimhäuten gehen, besitzen einen Wirbelknoten. Dies gilt vom V., VII., IX. und X. Hirnnerven. Der Austritt aus dem Schädel geschieht durch die eigentlichen Zwischenwirbellöcher (die Fissura orbitalis superior und das Foramen jugulare), oder durch accessorische Wirbellöcher (Foramen rotundum, ovale und condyloideum anterius). Nur der VII. Nerv macht durch seine Verlaufsweise im Falloppi'schen Canal eine Ausnahme von der Regel. An den Wirbelnerven des Gehirns kommt es ferner zur Bildung gemischter Stämme, zur Bildung von Geflechten und zur Anastomosenbildung mit dem Sympathicus. Der vordere Wirbelnerv Arnold's umfasst an reinen Muskelnerven das III., IV. und VI. Paar, an gemischten Nerven das V. und VII. Paar, der hintere Wirbelnerv an reinen Muskelnerven das XII., an gemischten das IX. und das X. nebst XI. Paar. Den VII. Nerven rechnet Arnold zu den gemischten und er befindet sich dabei in Uebereinstimmung mit Th. Bischoff, der den Facialis gleich dem Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus für einen gemischten Nerven und dessen Wrisberg'sche Wurzel als sensibel erklärt hatte.

Aehnlich Arnold hat auch Joh. Müller[2] bei Eintheilung der Kopfnerven deren functionelles Verhalten sowohl, als deren Beziehungen zu den Schädelwirbeln in's Auge gefasst. Seine Eintheilung stimmt indessen mit der Arnold'schen nicht genau überein. Basirend auf einer Entdeckung Mayer's, der 1833 ein abortives Ganglion des Hypoglossus aufgefunden hatte, rechnet J. Müller diesen Nerven zu den gemischten, wogegen er das VII. Paar aus deren Reihe streicht. Nach ihm sind die Hirnnerven in primitive und in abgeleitete zu scheiden, zu jenen gehören ausser den drei höheren Sinnesnerven die gemischten oder doppelwurzeligen Hirnnerven, welche nach dem Typus der Spinalnerven gebildet sind und daher als Vertebralnerven des Kopfes bezeichnet werden können. Es giebt drei Wirbelnerven des Schädels

[1] Nr. 6. S. 73 u. S. 85.
[2] Nr. 8. S. 50 und Nr. 9. Bd. I. S. 562 u. 680.

Digitized by Google

wie drei Wirbel desselben. Der erste ist der Trigeminus, der zweite der Vagus nebst Glossopharyngeus und Accessorius und der dritte der Hypoglossus. In Betreff des letzteren macht allerdings J. Müller an einer Stelle die Bemerkung, dass er im Grund als der erste Spinalnerv zu betrachten sei.[1] Dagegen sind die Augenmuskelnerven abgeleitete Nerven und als motorische Portion vom ersten Ast des Trigeminus anzusehen. Der Nervus facialis ist gleichfalls abgeleiteter Nerv, er hat grosse Verwandtschaft zur motorischen Portion des Trigeminus, allein eben so grosse zum Vagus, dem er auch Aeste abgeben kann und mit dem er bei Petromyzon des N. lateralis bildet. Am nächsten stehen dem primitiven Typus die Myxinoiden, denn sie haben von abgeleiteten Nerven nur den N. facialis.[2]

Im Anschluss an seine Arbeiten über das peripherische Nervensystem der Fische[3] hat auch Stannius (1849) die Frage von der morphologischen Gruppirung der Kopfnerven aufgenommen, er giebt hierüber eine sehr besonnene und vor allem eine sehr objectiv gehaltene Discussion. Von der Vergleichung mit Spinalnerven werden nicht nur die Sinnesnerven sondern auch die Augenmuskelnerven ausgeschlossen, letztere wegen der unüberwindlichen Schwierigkeiten einer Vergleichung. Als die wesentlichen Eigenthümlichkeiten der Spinalnerven werden hervorgehoben: Die Zusammensetzung aus mindestens zwei nach Ursprung und Function verschiedenen Wurzeln, das Vorkommen von Ganglienzellen, sowie von schmalen und breiten Nervenfasern in den sensibeln Wurzeln, die Entstehung dorsaler und ventraler Aeste aus den durch sie gebildeten Stämmen, die Verbindung der Rami anteriores mit dem sympathischen Grenzstrang und der „angeblich" intravertebrale Character der Spinalnerven. Ueber letzteren Punkt sagt Stannius: „Sämmtliche vier spinalartige Hirnnerven treten nicht zwischen den Elementen je zweier Wirbel, sondern fast immer durch einen wirklichen oberen Bogenschenkel oder durch ein oberes Schaltstück aus. „Auf den Hinterhauptswirbel kommen, wenn wir den ersten Spinalnerv mit in Betracht ziehen dürfen, drei Nervenpaare: Der erste Spinalnerv, der N. vagus

[1] A. a O. S. 570. Für den N. glossopharyngeus hatte Joh. Müller zuerst durch Versuche am lebenden Thier die gemischte Natur nachgewiesen, allein auch den N. accessorius erklärt er für einen wahrscheinlich gemischten Nerven, obwohl man nur ausnahmsweise in ihm ein Ganglion finde. Bemerkenswerth ist es, dass J. Müller die Bedeu-

Digitized by Google

und N. glossopharyngeus, auf den zweiten Schädelwirbel eines, der N. facialis und auf den vordersten wieder eines, der N. trigeminus."

Ich kann hier das sehr belehrende Detail der Stannius'schen Erörterung nicht wiedergeben; besonders wichtig erscheint der Abschnitt über das Verhalten der ventralen Aeste der spinalartigen Hirnnerven zu den Visceralbogen, der mit den Worten schliesst: „Hieraus ergiebt sich, dass die Zahl der ventralen Aeste jedes Hirnnerven und die Zahl der spinalartigen Hirnnerven nicht sowohl durch die Anzahl der Schädelwirbel, als durch die der Visceralbogen bestimmt ist."

Ein eigenthümliches Princip hat Claude Bernard in die Betrachtung der Kopfnerven einzuführen gesucht. Von dem Satz ausgehend, dass die motorischen Wurzeln ihre recurrirende Sensibilität je nur von der zugehörigen sensibeln empfangen, benützt er die recurrirende Sensibilität, um über die Zusammengehörigkeit bestimmter Kopfnerven zu entscheiden.[1] Nach Bernard gehört zu einer vollständigen nervösen Einheit (zu einer individualité nerveuse) ein motorisches, ein sensibles und ein sympathisches Element, und er stellt als eine Aufgabe der Forschung hin, diese drei Elemente an jeder der nervösen Einheiten des Kopfes aufzusuchen. Indessen führt das also aufgestellte Princip sogar unter Bernard's eigenen Händen nicht zu klaren Ergebnissen. Facialis und Trigeminus werden als ein zusammengehöriges Paar bezeichnet, aber Bernard selber thut dar, dass der Facialis seine recurrirende Sensibilität auch von dem N. auricularis vagi mit erhält, und an einer ferneren Stelle werden Facialis, Acusticus und Portio Wrisbergi als eine Einheit zusammengefasst, in welcher der Facialis den motorischen, der Acusticus den sensitiven und der Wrisberg'sche Nerv den sympathischen Antheil darstellen.[2] Auf die sympathische Natur des Wrisberg'schen Nerven, sowie des ihm verbundenen Ganglion geniculi und der Chorda tympani legt Bernard ein ganz besonderes Gewicht und er sucht den Nachweis hierfür durch zahlreiche Experimente festzustellen. Was den N. accessorius betrifft, so tritt Bernard der Ansicht Bischoff's, der diesen Nerven als die motorische Wurzel des X. Paares gedeutet hatte, sehr bestimmt entgegen und er beruft sich speciell darauf, dass derselbe seine recurrirende Sensibilität anstatt vom Vagus von den oberen Halsnerven erhält.[4] Auch statuirt er eine scharfe Scheidung zwischen dem spinalen und dem medullaren Antheil des N. accessorius. Letzterer allein gesellt sich mit seinen Fasern dem Vagus bei, während jener in den R. externus übergeht und dabei allerdings auch einen Anastomosenzweig vom Vagus erhält. Für diese strengere Scheidung

[1] Nr. 12. Bd. III. S. 7.
[2] *Ebenda.* S. 29.
[3] *Ebenda.* S. 112.
[4] *Ebenda.* S. 257—260.

Digitized by Google

sind in neuerer Zeit von anatomischer Seite Holl und Schwalbe eingetreten.[1]

Nachdem bei der Discussion über die Stellung der Kopfnerven bis zum Ende der fünfziger Jahre wesentlich nur anatomische und physiologische Betrachtungsweisen maassgebend gewesen waren, so ist nach dem Durchbruch der Darwin'schen Descendenztheorie mit der Betonung des erblichen Zusammenhanges organischer Formen ein völlig neues Princip zur Geltung gelangt. Von da ab tritt das Streben in den Vordergrund, einfache Urformen festzustellen, von denen ausgehend die gegenwärtig vorhandenen durch successive Zwischenglieder sich ableiten lassen. Nach dieser Richtung hin hat C. Gegenbaur mit seinem berühmt gewordenen Aufsatz „über die Kopfnerven von Hexanchus" und mit der Monographie „über das Kopfskelett der Selachier" Bahn gebrochen.[2] „Lassen sich", so stellt der genannte Forscher die Frage, „die aus dem Gehirn enspringenden Nerven nach dem „Typus" der aus dem Rückenmark entspringenden erklären, und sind erstere demgemäss durch eine Umwandlung von solchen Nerven entstanden nachzuweisen, welche ursprünglich mit den letzteren übereinstimmten?" Die Antwort[3] lautet auf die Annahme einer „Vererbung von einem entfernt liegenden Zustande, in welchem die fraglichen Hirnnerven nicht sowohl den Spinalnerven ähnlich, sondern vielmehr von ihnen nicht unterscheidbar waren". Laut dieser Annahme hat ein Zustand der Indifferenz bestanden, von wo aus mit der Bildung des Kopfes ein Theil der peripherischen Nerven aus der Gleichartigkeit mit den übrigen Nerven hervorgetreten ist. Die Spinalnerven, die im früheren Zustande fortbestanden, sonderten sich von den Hirnnerven, welche ihn aufgaben und durch Anpassung an die Differenzirung des Kopfskeletts wieder unter sich mannigfache Verschiedenheiten erlangten. „Nur unter dieser Voraussetzung", so fährt Gegenbaur fort, „empfängt der Bau der Hirnnerven „nach dem Typus der Spinalnerven" Bedeutung und wird verständlich, weil sich jener „Typus" als etwas Ererbtes erklären lässt. Gleich wie für die Nerven, so muss aber auch für die Skeletttheile eine ursprüngliche Gleichartigkeit bestanden haben. Der Schädel als Differenzirungsprodukt einer primitiven Wirbelsäule muss aus einzelnen Abschnitten entstanden sein, welche jenen an der Wirbelsäule gleichartig waren und die sich allmählich zu einem Continuum verbanden."

Die von Gegenbaur mit solcher Schärfe abgeleitete theoretische Forderung einer ursprünglich durchgreifenden Zusammensetzung des Kopfes aus lauter gleichartigen Metameren beherrscht die gesammte seitherige

[1] Nr. 13. S. 491 und Nr. 14. S. 882.
[2] Nr. 15. S. 499.
[3] Nr. 15. S. 554.

Digitized by Google

Litteratur und eine reiche Summe von Arbeit und von Scharfsinn ist auf Begründung dieser Forderung verwendet worden. Betrachten wir zunächst Gegenbaur's eigene Ergebnisse:

Es muss eine Stammform cranioter Wirbelthiere bestanden haben, deren Organisation wir aus der Vergleichung der uns bekannten Organismen zu erschliessen haben.[1] Da nun zahlreiche Erwägungen ergeben, dass unter den uns bekannten Vertebraten die Selachier von jener aufzusuchenden Stammform am wenigsten sich entfernt haben, so erscheinen diese als der naturgemässe Ausgangspunkt aller hierher gehörigen Studien über die Geschichte des Schädels. Der knorpelige Gehirnschädel oder das Cranium der Selachier ist, gleich demjenigen höherer Wirbelthiere, ungegliedert, seine Anlage erfolgt, wie bei der Wirbelsäule, um die Chorda und in seinem weiteren Fortschreiten verhält er sich wie die Anlage knorpeliger oberer Bogen. Da die Chorda bis zur Sattellehne reicht, so ist der Schädel nur bis dahin der Wirbelsäule vergleichbar und das vordere praechordale oder praevertebrale Stück bedarf einer besonderen Würdigung. Die Continuität des knorpeligen Hirnschädels schliesst dessen Zusammensetzung aus einer Summe von Metameren nicht aus, denn auch im Bereich der Wirbelsäule begegnen wir unzweifelhaften Wirbelcomplexen und die Entscheidung, ob am Schädel eine primitive Concrescenz von Wirbeln vorhanden sei, ist in das Verhältniss zu anderen Theilen, vor Allem zu den Nerven zu verlegen. Die Prüfung der Nerven führt ihrerseits zu einer eingehenden Berücksichtigung des Visceralskeletts in seiner Gliederung. Dieses ist trotz seiner späteren theilweisen Verschiebung an den Rumpf durchaus für den Kopf in Anspruch zu nehmen. Die Bogen des Visceralskeletts aber, d. h. bei Selachiern die Labialknorpelbogen, der Kieferbogen, der Hyoidbogen und die 5—6 Kiemenbogen sind, laut Gegenbaur, als ursprünglich gleichartige Bildungen aufzufassen und, ihrem Metamerencharakter entsprechend, muss jedem derselben ein bestimmter Abschnitt des Cranium zugetheilt werden, sowie auch dasselbe Princip für die dorsalen Bogen gilt.[2] Dem oben citirten Ergebnisse von Stannius, wonach Visceralbogen und Schädelwirbel sich nicht entsprechen, tritt dieser Satz Gegenbaur's von einer primitiven Correspondenz beider Bildungen diametral entgegen. Für die ferneren Erörterungen aber gewinnt er eine fundamentale Bedeutung: zunächst ergiebt sich daraus, dass wir die Kopfnerven nicht so nehmen dürfen, wie dieselben vorliegen, sondern dass wir sie kritisch zu sichten und zu ordnen haben. Nach der von Gegenbaur

[1] Nr. 16. S. 10.
[2] Nr. 16. S. 262 u. ff.
[3] A. a. O. S. 23.
[4] A. a. O. S. 257.

Digitized by Google

vorgenommenen Sichtung entspricht der N. trigeminus wahrscheinlich zwei Urnerven,[1] denen auch die getrennt auftretenden Bewegungsnerven beizuzählen sind. Die beiden Nerven sind der R. maxillaris superior und der R. maxillaris inferior, während der Ramus ophtalmicus trigemini nach seiner Verlaufsweise die Bedeutung eines Dorsalastes hat. N. facialis und N. acusticus sind als der Bauch- und der Rückenast eines dritten gemeinsamen Paares aufzufassen. Der folgende vierte Nerv ist der N. glossopharyngeus, sein hauptsächlicher Visceralast tritt in den ersten ächten Kiemenbogen. Der N. vagus dagegen entspricht einer Reihenfolge von mindestens 5—6 ursprünglich getrennten Nerven, wie man dies aus dem Verhalten seiner Wurzeln sowohl als aus seinen Beziehungen zu 5—6 Kiemenbogen entnehmen kann. Der Ramus lateralis des Vagus ist als dessen Dorsalast zu erachten. Hypoglossus und Acessorius höherer Wirbelthiere sind ihrerseits dem System des Vagus beizuzählen. Hiernach nimmt Gegenbaur an, dass der Schädel der Haie aus der Verwachsung von wenigstens neun, wahrscheinlich aber mehr Schädelwirbeln entstanden ist, d. h. es hat ein Urfisch existirt mit ebensovielen Schädelwirbeln, bei dem zwei N. trigemini und sechs oder noch mehr N. vagi vorhanden gewesen sind. Die im Laufe phylogenetischer Entwickelung hervortretende Ungleichheit der verschiedenen Schädelstrecken ergeben sich als Anpassungen an von Aussen und von Innen her wirkende Einflüsse, an die Sinnesorgane, an die besondere Gestalt des Gehirns u. s. w., während die Verwachsung der Schädelwirbel ihrerseits durch die nach Ablösung der Kiemenbogen eingetretene grössere Selbstständigkeit des Schädels und durch dessen Bedürfniss festeren Baues bedingt ist, welch letzteres theils aus seiner Stellung als vorderes Ende des Axenskelettes, theils aus derjenigen als Ansatzfläche der Kaumusculatur abgeleitet werden kann. Als secundäre Folge von der Verwachsung der Schädelwirbel ergiebt sich das Fehlen von besonderen, die Schädelsegmente gegen einander bewegenden Muskeln.

In seiner gesammten Darlegung hat Gegenbaur den Kreis entwickelungsgeschichtlicher Erfahrungen in den Hintergrund gestellt und sich geradezu ablehnend gegen eine entscheidende Werthschätzung der Embryologie ausgesprochen. In seinen Augen sowie in denen mancher Fachgenossen hat nur die phylogenetische Seite der Morphologie einen Sinn. Von diesem Standpunkte ausgehend, verdient aber die Vergleichung der fertigen Formen den Vorzug vor der Untersuchung embryonaler, weil die

Digitized by Google

die Ableitung fertiger Formen aus den embryonalen wissenschaftlich bedeutungslos und eine selbständige vergleichende Embrylogie ist „nur etwa mit Beziehung auf die Eihüllen denkbar".

Eine solche Hintansetzung der entwickelungsgeschichtlichen Richtung ist selbst bei den Morphologen reinster Observanz auf die Dauer nicht durchführbar gewesen und bekanntlich hat sie im eben verflossenen Jahrzehnt einer glänzenden Rehabilitation Platz gemacht. — Durchschlagend in dieser Richtung sind die Arbeiten von Balfour und von seiner Schule geworden, an welche sich diejenigen von A. Dohrn, von v. Wijhe und anderen angeschlossen haben. Ehe ich auf dieselben eingehe, gedenke ich noch mit einigen Worten der Vorgeschichte unserer Kenntnisse von der Bildung der Kopfnerven.

Am Hühnchen aus der 60. Brütstunde, d. h. aus der Zeit, da schon drei Schlundspalten vorhanden sind, hat R. Remak 1847 zuerst die Anlagen der Gangliennerven des Kopfes wahrgenommen und dieselben sehr klar und präcis beschrieben. Er zählt zu der Zeit vier spinale, mit Ganglien versehene Hirnnervenstämme (Schlundnerven) zwei vor und zwei hinter dem Ohrbläschen. Dieselben liegen alle dicht unter der Oberfläche des Kopfes. Am stärksten ist der N. trigeminus, sein rundes Ganglion geht in zwei Schenkel auseinander, von denen der eine dem Ramus ophtalmicus maxill. sup., der andere dem R. maxill. infer. entspricht. Der R. ophtalmicus schwillt über der Augenblase zu dem Ganglion ciliare an. Mit der Entwickelung des Oberkieferfortsatzes tritt auch der zweite Trigeminusast hervor. Das Ganglion Gasseri hängt anfänglich gar nicht oder nur sehr locker mit dem verlängerten Mark zusammen, allmählich wird der Zusammenhang fester, man bemerkt kurze dichte Wurzelfäden und es besteht der Nerv aus durchsichtigen, kernlosen Fasern von unmessbarer Feinheit.

Der zweite Hirnnerv, weit dünner als der erste und mit dessen Unterkieferast ungfähr parallel laufend, verliert sich im zweiten Schlundbogen und scheint N. facialis zu sein. Der dritte, am hinteren Rande des Ohrbläschens liegende Nerv mit schlanker, gangliöser Anschwellung verliert sich im dritten Schlundbogen und ist als glossopharyngeus zu deuten. Der vierte Nerv endlich, der N. vagus, verläuft schief hinter der dritten Schlundspalte herab und zeigt in seinem Mittellauf eine verhältnissmässig lange gangliöse Anschwellung. Das peripherische Ende verliert sich anfänglich in der Faserwand des Vorderdarmes, da wo die Venenschenkel des Herzens den Vorderdarm umfassen. Ueber das Auftreten der Nn. accessorius und hypoglossus hat Remak keine Erfahrungen, die Augenmuskelnerven erkennt er erst am Ende des fünften Tages als feine, nicht gangliöse Fäden.

[1] Nr. 17. S. 22 u. ff. und Nr. 18. S. 37.

Digitized by Google

Remak nimmt an, dass sich die spinalen Hirnnerven von den (mesodermalen) Schlundplatten sondern und mit dem Medullarrohr verwachsen.

Remak's thatsächliche Angaben über die Anlagen der gangliösen Kopfnerven zu Ende des dritten Tages habe ich bei meinen eigenen Untersuchungen über die Entwickelung des Hühnchens im Ei bestätigt gefunden, nur in einigen Einzelheiten von jenem Forscher abweichend, auch habe ich zu der Zeit den in den vierten Schlundbogen eintretenden N. laryngeus superior, sowie die Anfänge von N. accessorius und N. hypoglossus erkannt.[1] An mit Osmium gefärbten Keimen habe ich aber auch auf einer viel früheren Stufe, nämlich schon während des zweiten Tages, die Kopfganglien wahrzunehmen vermocht.[2] Es bildet das Ganglion Trigemini vor Eintritt der Kopfkrümmung einen langgestreckten, neben den drei andern Gehirnabtheilungen herlaufenden Streifen, welcher, vor der Augenblase beginnend, bis zum hinteren Rande des Hinterhirns reicht, und dessen vorderer, der Augenblase anliegender Theil dem G. ciliare entspricht. Das zweite vor der Gehörblase und neben dem Nachhirn liegende Ganglien deutete ich als Acusticusganglion, indem ich den N. acusticus als hintere Wurzel eines Stammes auffasste, dessen vordere Wurzel der Facialis ist. Das G. geniculi glaubte ich damals, unter dem Einflusse der Bernard'schen Darstellung stehend, als sympathisches Gebilde davon trennen zu müssen. Die beiden Ganglien von Glossopharyngeus und Vagus, welche den Raum zwischen der Gehörblase und dem ersten Urwirbel einnehmen, fand ich Anfangs nur unvollkommen von einander geschieden. Indem ich ferner die motorischen Nervenwurzeln aus dem Medullarrohr hervorwachsen, die sensiblen aus den davon getrennten Zellenmassen sich entwickeln liess, nahm ich an, dass die Ganglien die Leitgebilde seien, welche den aus dem Medullarrohr kommenden Nerven den Weg wiesen.

Als Vorgebilde der Ganglien erkannte ich einen Zellenstrang, welcher über der Schlussstelle des Medullarrohrs zwischen diesem und dem Hornblatte unterscheidbar ist und den ich als Zwischenstrang bezeichnet habe. Sein vor der Gehörblase liegender Abschnitt bildet einen compacten, abgeplatteten und Anfangs unpaaren Cylinder, wogegen es in der dahinter liegenden Strecke nicht zur Bildung eines unpaaren Stückes, sondern zu der von zwei dreikantigen Leisten kommt.[3] Bevor das Medullarrohr und

Digitized by Google

Diese dem Ectoderm angehörige Zwischenrinne ist die erste erkennbare Anlage der Ganglien, aus ihr sind aber auch die Gehörblase und der Boden der Riechgrube abzuleiten.

Vielleicht hätte ich damals besser gethan, meinem Zwischenstrang und der Zwischenrinne gleich die bezeichnenderen Namen von Ganglienstrang und Ganglienrinne zu geben, denn, trotz meiner immerhin recht bestimmten und nicht allzu knappen Darstellung, sind meine Angaben über Ganglienbildung völlig unbeachtet geblieben, und ich habe dieselben 11 Jahre später wieder in Erinnerung zurückrufen müssen,[1] nachdem mittlerweile Balfour bei Selachiern die ectodermale Herkunft der Ganglien von Neuem entdeckt,[2] und M. Marshall beim Hühnchen den von mir beschriebenen Zwischenstrang gleichfalls gesehen und als „neural ridge" bezeichnet hatte.

Nach Balfour's Darstellung entstehen bei Plagiostomen zuerst die „hinteren Wurzeln" der Spinalnerven als zellige Auswüchse, die von der Schlusslinie des Medullarrohres nach beiden Seiten hin hervortreten. Eine longitudinale Leiste, eine „Längscommissur", wie sie Balfour nennt, verbindet die einzelnen Wurzelanlagen unter einander und ebenso sind Anfangs die sich entsprechenden Wurzeln beider Seiten durch Quercommissuren verbunden. Die Nervenanlage zerfällt weiterhin in drei Abschnitte: in den proximalen Theil, das Ganglion und den distalen oder Stammtheil. Der proximale Theil wird an seinem dorsalen Ende frei und erfährt eine neue Verbindung mit dem Medullarrohr. Balfour deutet diesen Vorgang als

---

[1] Nr. 20. S. 458 u. ff.

[2] Wahrscheinlich hat Balfour meine Originaldarstellung niemals eingesehen. Ich schliesse dies aus der völlig unzutreffenden Erwähnung meiner Ergebnisse in seiner ersten Schrift (Nr. 21) und aus dem Fehlen des Titels meines Buches im Litteraturverzeichniss der vergleichenden Embryologie über Nervenentwickelung. Der genannte Gelehrte hat sich übrigens später brieflich in loyalen Ausdrücken bei mir entschuldigt und durch einen Hinweis in der vergleichenden Embryologie mein historisches Recht anerkannt. Der etwas verstimmte Ton, den die Erklärung in der deutschen Uebersetzung (Bd. II. S. 399) trägt, kommt, wie die Textvergleichung mit der *Memorial Edition* (III. S. 448) zeigt, auf Rechnung des Uebersetzers. Wie gross die Uebereinstimmung in unseren beiderseitigen Ableitungen der Ganglienleiste gewesen ist, geht aus Balfour's Schlusssatz (Nr. 22. II. S. 415) hervor: „Demnach repraesentirt die Nervenleiste die ursprünglichen Seitenränder der Nervenplatte; bei der mechanischen Einfaltung der letzteren zum Nervenrohr stiessen ihre beiden Ränder in der dorsalen Mittellinie zusammen und bildeten die Nervenleiste." Damit vergleiche man z. B. meine eigene Bemerkung in der Monographie über Hühnchenembryonen. (Nr. 11. S. 117) „Schliesslich könnte man, da Medullarplatte und Zwischenstrang ursprünglich ein Ganzes bilden, über die Abgrenzung streiten, die zwischen beiden Bildungen als definitiv darf angenommen werden." Tiefgreifend war die Differenz zwischen Balfour's und meiner Auffassung hinsichtlich der Faserbildung, ein Punkt, auf den ich sofort zurückkommen werde.

Digitized by Google

eine Veränderung des Wurzelansatzes und ist geneigt, dieselbe eher für eine Neubildung denn für eine Verschiebung der ursprünglichen Befestigungsstelle zu halten. Die vorderen Wurzeln treten später auf als die hinteren, in Form von kegelförmigen, zelligen Auswüchsen des Rückenmarks, ohne Längscommissur und Ganglien. Sie wachsen rasch in die Länge und stellen bald langgestreckte Stränge von spindelförmigen Zellen dar, sie treten übrigens am Rückenmark alternirend mit den hinteren Wurzeln auf.

Speciell für die Kopfnerven schliesst sich Balfour vorwiegend an Marshall an, ohne jedoch dessen Auffassung durchweg zu theilen. Aus der Nervenleiste entstehen nach ihm: Oculomotorius, Trigeminus, Facialis, Acusticus und die bei den Elasmobranchiern getrennt auftretenden, aber durch eine Längscommissur verbundenen Wurzeln des Vagus. Von der Annahme ausgehend, dass der nach dem Typus einer hinteren Rückenmarkswurzel sich entwickelnde Glossopharyngeus als typischer Kopfnerv zu betrachten sei, stellt Balfour die Vermuthung auf, dass der Bildungstypus hinterer Rückenmarkswurzeln für die Kopfnerven überhaupt der durchgreifende sei, und er knüpft daran die weitere Bemerkung, dass sowohl für Kopf- als für Rumpfnerven dorsale Wurzeln gemischter Natur die phylogenetische Ausgangsstufe gewesen und dass die ventralen Wurzeln erst secundär aufgetreten seien. Auf weitere Einzelheiten in Balfour's Auffassung einzugehen, wird sich noch unten Gelegenheit bieten.

Als fundumentaler Mangel erscheint mir in Balfour's so wichtigen und anregenden Untersuchungen die ungenügende histologische Ergründung des Gegenstandes. Der Begriff der Nervenfaser, sowie der Gegensatz zwischen Nervenfaser, Nervenzelle und Bindegewebszelle treten in Balfour's Betrachtungen völlig in den Hintergrund. Er schildert einmal feine, von den Zellen der Ganglien ausgehende Fortsätze, aber er giebt der Sache keine weitere Folge. Ebenso liefert er für seine „hinteren Wurzeln" den unzweifelhaften Beweis, dass sie in der ersten Anlage mit den von der Ventralseite herkommmenden mesodermalen Zellen Nichts gemein haben, bei den vorderen Wurzeln indessen kommt dieser Punkt gar nicht zur Sprache, und eine hierauf bezügliche Bemerkung von Loewe erfährt eine scharfe Abweisung.[1] So kommt es denn, dass für Balfour und für seine unmittelbaren Nachfolger die Begriffe sowohl hinterer als vorderer Wurzeln zusammenfallen mit denen von Zellensträngen und dass die Anlagen der Spinalganglien consequent als die Anlagen hinterer Wurzeln [illegible]

Digitized by Google

Wurzeln besonders bemerkenswerth äussert. Nach meiner Auffassung ist das, was Balfour die Anlage der hinteren Wurzel nennt, die Anlage des Ganglions; die noch ungeschiedenen Theile dieser Anlage sind Balfour's Längs- und Quercommissuren, und die Commissuren zwischen den angeblich getrennten Wurzeln des N. vagus sind das Ganglion nodosum dieses Nerven. Balfour's Anlage vorderer Wurzeln aber umfasst neben feinen, von ihm übersehenen Fäserchen einen Complex von accessorischen Zellen, welche zur Bildung der Nervenscheiden bestimmt sind und die er für die Vorläufer der Fasern angesehen hat. Wie überhaupt die Nervenfasern aus den Zellensträngen entstehen, wird bei Balfour nirgends erörtert. Es bilden die von ihm benutzten Selachierembryonen, wie ich aus eigener Erfahrung erklären kann, ein für das Studium der Faserbildung nicht besonders günstiges Material; die Fasern, die in ein Wurzelbündel eintreten, sind sparsam und bei dem relativ weiten Auseinanderstehen der Austritts-

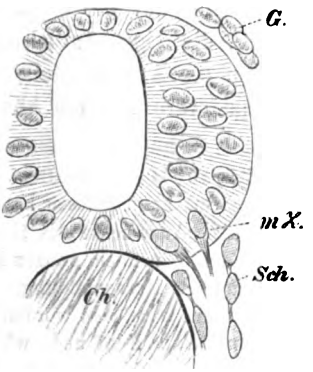


Fig. 1.

Querschnitt durch das Rückenmark eines Pristiurusembryo. *G.* Ganglienanlage. *m.* motorische Zellen mit Axencylinderfortsätzen. *Sch.* Scheidenzellen in doppelter Reihe die Fasern umfassend. *Ch. Chorda.*

stellen werden sie meistens schräg durchschnitten, so dass man sie nicht auf längere Strecken in den Schnitt zu bekommen pflegt. Dazu kommt als ferneres Erschwerungsmotiv der Beobachtung, dass die Bindesubstanzzellen sich von früh ab ungewöhnlich massenhaft in der Umgebung der Wurzelfasern zusammendrängen. Ich zweifle übrigens nicht daran, dass Balfour bei seiner grossen Begabung und bei der rasch erfolgten Erweiterung seines Arbeitsgebietes mit der Zeit auf günstigeres Material hätte stossen müssen und dass er alsdann kein Bedenken getragen hätte, seine Vorstellungen von der Nervenbildung erheblich zu modificiren. Als Beleg meiner Angaben über die Bildung motorischer Nervenwurzeln bei Selachiern gebe ich einen Durchschnitt mit dem Austritt von zwei Wurzelfasern aus den zugehörigen Rückenmarkszellen.

Digitized by Google

M. Sagemehl's Untersuchungen über die Bildung der Spinalnerven[1] stimmen in Beurtheilung der Balfour'schen Ergebnisse mit den meinigen in den Hauptpunkten überein, indem der genannte Autor die Anlage von Balfour's sog. hinteren Wurzeln als Ganglienanlage anerkennt und demgemäss von einer Ganglienleiste anstatt von einer Nervenleiste spricht, und indem auch er die Bildung vorderer Wurzeln aus längsverwachsenden Zellen als eine Täuschung verwirft.

Noch weniger als bei Balfour gelangen bei dessen Schüler Marshall histologische Gesichtspunkte zur Geltung. Jeder mit dem Medullarrohr in Verbindung stehende Zellenstrang wird von ihm kurzweg als Nervenwurzel bezeichnet, und dementsprechend rechnet mir Marshall auch als besonderen Fehler an, dass ich die Ganglienanlage früher denn die hinteren Nervenwurzeln entstehen lasse.[2] Die Frage, wie die Nervenfasern aus den Zellensträngen entstehen, erörtert er nirgends, es hat ihm indessen nicht an Wahrnehmungen gefehlt, die ihn auf die Spur der Faserbildung hätten leiten können. Er hat z. B. die eigentümlich convergente Stellung der Zellen der Vorderhörner gegen die Austrittsstelle der Wurzelfasern hin gesehen,[3] und hiervon ausgehend wäre nur ein kleiner Schritt zur Erkennt-

[1] Nr. 24. S. 20.

Nr. 26. S. 98. Auch für Marshall gilt die Bemerkung, dass er meine Arbeit, die er zwar discutirt, nicht eingehend kann gelesen haben. Es wird mir andauernd vorgehalten, dass ich die Nerven als „Auswüchse des Hornblattes" (external epiblast) entstehen lasse, eine Angabe, von der in meinem ganzen Buche kein Wort steht, ferner wird gesagt, ich hätte das Studium der Nervenbildung, anstatt am Rumpf, am Kopf beginnen sollen, wodurch mein Irrthum vermieden worden wäre. Nun sind aber gerade meine entscheidendsten Beobachtungen am Kopf und, wie die Figg. 2 und 3 Taf. VII (Nr. 19) zeigen, genau in dem Gebiet gemacht worden, von dem in der Folge auch Marshall ausgegangen ist. Meine ursprüngliche Behauptung besagt, dass die Ganglien aus einem Substanzstreifen hervorgehen, welcher auf der Grenze der eigentlichen Medullarplatte und des Hornblattes liegt, eine Behauptung, die durch alle neueren Untersuchungen nur bestätigt worden ist. Die Geschichte der ersten Ganglienanlage ist beim Hühnchen, wie auch ich finde, am Rumpf schwieriger zu verfolgen, als am Kopfe. Sagemehl deutet an (Nr. 24. S. 31), dass an meinen Praeparaten Verklebungen zwischen den wirklichen Ganglienanlagen und dem Hornblatt können vorhanden gewesen sein. Dies ist denkbar, eine solche Verklebung habe ich in der That während der Periode unmittelbar nach erfolgtem Rückenmarksschluss für die Regel gehalten, allein das ändert doch am Gesammtstande der Frage nichts. Meine Auffassung von der Bildungsweise der am Rumpfe dem Hornblatt anhaftenden prismatischen Leiste habe ich seiner Zeit durch eine schematische Figur (Nr. 20. S. 465) erläutert. Wie

Digitized by Google

niss der Wurzelfasern selber gewesen. Die vorderen Wurzeln bestehen für Marshall aus gestreckten Spindelzellen bez. an der Austrittsstelle aus Anhäufungen rundlicher Zellen.

Schon in seiner ersten Arbeit (1878) geht Marshall in mehreren Punkten über Balfour hinaus. Zuerst seit Remak scheint er beim Hühnerembryo den Oculomotorius wiedergesehen zu haben und zwar gegen Ende des vierten Tages. Auffallender Weise leitet er diesen Nerven von einem Auswuchs des Mittelhirns ab, der an dessen Dorsalseite schon mit 50 Stunden sichtbar sein soll.[1] Der Riechnerv wird vom Beginn des vierten Tages ab wahrgenommen, als ein von der Vorderseite des Vorderhirns kommender Zellenspross, und auch dieser Nerv wird seinem Ursprung nach auf die Nervenleiste zurückgeführt und, im Gegensatz zur üblichen Deutung, zu den echten Gehirnnerven gerechnet. Dem Riechnerven, bez. dem Riechorgan der Wirbelthiere ist sodann Marshall's ein Jahr später (1879) erschienener Aufsatz gewidmet, und dieser enthält zugleich eine Reihe von speculativen Betrachtungen, die in späteren Arbeiten weiter ausgeführt worden sind. Indem sich Marshall die Aufgabe stellt, den segmentalen Werth der Kopfnerven zu ermitteln, beginnt er damit, die Charaktere von echten segmentalen Nerven aufzuzählen. Es sind dies nach ihm folgende:

1. Segmentalnerven entstehen als Auswüchse von der Nervenleiste dorsalwärts vom Gehirn.

2. Dieselben verschieben sich ventralwärts und bekommen neue oder secundäre Wurzeln von der Seitenwand des Gehirns.

3. Der Hauptstamm eines Segmentalnerven ist annähernd rechtwinkelig zur Kopfaxe an der Ursprungsstelle des Nerven. Dies folgt u. A. daraus, dass ein Segmentalnerv parallel der Grenze des zugehörigen Segments verlaufen muss, da ein Segmentalnerv nicht quer durch eine Anzahl von Segmenten hindurchtreten könnte.[2]

4. Jeder Segmentalnerv versieht die zwei Ränder einer Spalte, geht somit zu zwei Bogen.

5. Segmentalnerven haben constant gangliöse Anschwellungen, nahe an der Theilungsstelle in ihre zwei Hauptäste.

Indem Marshall die einzelnen Kopfnerven auf diese Charaktere prüft und indem er auch deren vergleichend anatomische Verhältnisse einer eingehenden Prüfung unterwirft, kommt er zu folgender Gruppirung: ächte

[1] Nr. 26. S. 107.

[2] Ich unterstreiche diesen Satz, weil ich später auf denselben zurückkommen werde.

Digitized by Google

segmentale Nerven sind nach ihm der Olfactorius, der Oculomotorius, der Trochlearis, der Trigeminus, der Facialis, der Abducens, der Glossopharyngeus und die von ihm unterschiedenen sechs Aeste des Vagus. Der N. opticus und der N. acusticus sind aus der Reihe der Segmentalnerven zu streichen, die Rolle von Acessorius und Hypoglossus ist zweifelhaft. Man versteht leicht, dass die Auffindung der oben aufgezählten Charaktere bei den genannten Nerven theilweise mit Schwierigkeiten verknüpft sein musste. Schon beim Oculomotorius ist die Ableitung aus der Ganglienleiste bedenklich. Marshall sagt hierüber:[1] „there is very strong reason for thinking, that in the chick, at any rate the third nerve develops as an outgrowth from the neural crest on the top of the mid-brain." Von dieser angeblich hohen Stellung soll der Nerv in sehr früher Periode bis zur Basis des Mittelhirns herabgleiten. Auch an dieser tiefen, angeblich secundären Stelle glaubt Marshall bei Scyllium noch den Ganglioncharakter der Wurzel zu erkennen.[2] Der Oculomotoriusstamm tritt bei Selachiern zwischen die erste und die zweite Kopfhöhle und hier liegt sein Ganglion, das Ganglion ciliare. Von da aus erfolgt die Spaltung in einen oberen Ast für Rectus superior und internus und einen unteren für Rectus inferior und Obliquus inferior. Der Trochlearis, bei Selachiern und Amphibien gemischt, repräsentirt nur einen Theil eines Segmentalnerven und gehört mit dem Oculomotorius zusammen, er ist in seiner primären Anheftung verblieben. Für den Abducens lassen sich durchaus keine Charaktere eines Segmentalnerven ausfindig machen, da indessen unwahrscheinlich ist, dass er eine exceptionelle Stellung einnimmt, so muss er als Theil eines Segmentalnerven dem siebenten zugetheilt werden.

Für den Facialis wird angegeben, dass er seine primäre Wurzel beibehalte und daneben eine secundäre entwickele. Hierdurch beurkunde er sich neben dem Trochlearis als der allerprimitivste aller Körpernerven. Marshall knüpft weiterhin eine sehr eingehende Erörterung an die Frage von der primitiven Unabhängigkeit des 6. und 7. Nerven und er discutirt dabei den von Balfour aufgestellten Satz, wonach gemischte Dorsalwurzeln phylogenetisch der primitive Zustand gewesen sind.

Marshall's fernere Betrachtungen haben das Verhalten der Nerven zu den visceralen Kopfsegmenten zum Gegenstand. Einen schon früher von Dohrn ausgesprochenen Gedanken aufnehmend, erklärte er die Riechgrube und die Augennasenrinne für ursprüngliche Kiemenspalten und er kommt so dazu, jedem Segmentalnerven eine Spalte zuzutheilen. Auch den Gehirnabtheilungen misst er segmentalen Werth zu[3] und er stellt

[1] Nr. 30. S. 154.
[2] Nr. 29. S. 58.
[3] Nr. 30. S. 156.

Digitized by Google

schliesslich eine Tabelle auf, in der Gehirnbläschen, Nerven und Visceralspalten sich durchweg entsprechen:

I.	Vorderhirn	Olfactorius	Riechgrube
II.	Mittelhirn	Oculomot. u. Trochlearis	Augennasenrinne
III.	Hinterh. 1 Bläsch.	Trigeminus	Mundspalte
IV.	Hinterh. 2 Bläsch.	Facialis u. Abducens	Hyomandibularspalte
V.	Hinterhirn	Glossopharyngeus	1. Branchialspalte
VI.—XI.	„	Vagus	2.—7. Branchialspalte.

Gleich den Arbeiten Marshall's schliessen sich die von v. Wijhe an diejenigen von Balfour unmittelbar an, wie denn auch für sie die Selachierembryonen das Untersuchungsmaterial dargeboten haben. Bei diesen hatte Balfour die wichtige Entdeckung von Höhlungen innerhalb der Visceralbogen gemacht und er hatte deren acht unterschieden, eine praemandibulare, eine mandibulare, eine hyoide und fünf Kiemenbogenhöhlen. Diese sind der Ausdruck von ebensovielen Kopfsegmenten und es werden dem ersten Segment der dritte, vierte und sechste Nerv, dem zweiten der N. trigeminus, dem dritten der Facialis, dem vierten der Glossopharyngeus und den übrigen der Vagus zugetheilt. Die beiderseitigen praemandibularen Höhlen sind ventralwärts vom Vorderhirn mit einander verbunden, und Balfour nimmt an, dass deren Wandungen bei der Bildung der Augenmuskeln betheiligt sind, eine Auffassung, der auch Marshall beigetreten ist.

Nach van Wijhe's Darstellung entstehen nun durch Abscheidung des dorsalen Theiles der Balfour'schen Höhlen eine Reihe von urwirbelartigen Bildungen oder von „Somiten". Er zählt deren neun, indem er dem Gebiete des Hyoidbogens deren zwei zutheilt. Ihr muskelbildender Antheil wird als Myotom bezeichnet. Das erste Myotom umgreift becherartig die Augenblase und aus ihm entstehen die Mm. obliquus inf., rectus superior internus und inferior. Aus dem zweiten Myotom wird der M. obliquus superior und aus dem dritten der M. rectus externus, das vierte, fünfte und sechste Myotom verkümmern, die folgenden sind bei der Bildung hinterer, vom Kopf zur Schulter gehenden Muskeln betheiligt. Darnach ist die Augenmusculatur auf den Stammtheil der vordersten Mesoblastanlage zurückzuführen,[1] und die Reihenfolge der sich von einander trennenden Complexe entspricht der Reihenfolge der an sie herantretenden Muskelnerven.

Auch v. Wijhe bezeichnet überall unbedenklich die Ganglienanlagen als hintere Wurzeln. Immerhin lässt er, im Gegensatz zu Marshall, den

[1] Nr. 31. S. 215.

[2] Ich selbst hatte seiner Zeit vermuthet, dass die Augenmuskeln aus dem vordersten Abschnitte der Parietalmusculatur entstehen. Nr. 19. S. 162.

Digitized by Google

N. oculomotorius als ventrale nicht ganglionäre Wurzel entstehen, gleich dem Abducens und dem Hypoglossus. Einige der Angaben weisen darauf hin, dass van Wijhe der Wahrnehmung des wirklichen Faserbaues nahe gestanden hat, da er z. B. vom Oculomotorius meldet, der Nerv bestehe „aus einem Strang von gestreiftem Protoplasma, an dessen Peripherie die Kerne in einer einfachen Schicht liegen." Daneben aber lässt er den N. lateralis vagi auf Kosten von den Zellen des Schleimcanals sich verlängern und er hegt jedenfalls keinen Zweifel an der durchgreifenden Entstehung der Nerven aus längsverwachsenden Zellen.

Van Wijhe nimmt folgende Disposition der Kopfnerven als Schema an: Die Segmente haben im Allgemeinen eine dorsale und eine ventrale Nervenwurzel, von denen jene gemischt, diese rein motorisch ist. Die ventralen Wurzeln sind für die Somiten bestimmt, die motorischen Fasern der dorsalen Wurzeln für die aus den Seitenplatten hervorgehenden Muskeln Die Visceralbogennerven theilen sich, nach Abgabe eines Ramus dorsalis, in einen Ramus posttrematicus und einen R. pharyngeus, von welchen jener der Vorderseite seines Segmentes folgt und dessen Musculatur versieht. Der R. pharyngeus zieht zur Schlundhaut und giebt nahe an seinem Ursprung den R. praetrematicus zur hinteren Seite des vorhergehenden Visceralbogens. Auf dieses allgemeine Schema sucht nun van Wijhe die verschiedenen Kopfnerven zu beziehen.

Dem ersten Segment sind als Bestandtheile der hinteren Wurzel der N. ophtalmicus profundus (dem N. nasociliaris der Säugethiere entsprechend) und das Ganglion ciliare zugetheilt, seine vordere Wurzel ist der N. oculomotorius. Der N. ophthalmicus profundus repräsentirt den verschmolzenen R. dorsalis und ventralis. Zum zweiten Segment gehört der Rest des Trigeminus und zwar dessen Rr. ophtalmicus superficialis (N. frontalis), maxillaris superior und mandibularis. Letzterer Ast ist der eigentliche Ramus posttrematicus, die beiden anderen sind als Rr. dorsales zu deuten. Der N. trochlearis wird trotz seines dorsalen Ursprunges als ventrale Wurzel des zweiten Segmentes erklärt.

N. facialis und N. acusticus gehören dem dritten und vierten, der N. abducens als ventrale Wurzel dem dritten Segment an. Als Dorsaläste dieses Systemes werden gedeutet der N. acusticus, sowie die Rr. ophtalmicus

Digitized by Google

der N. acusticus dem vierten Segmente zugetheilt. Ventrale Aeste des N. facialis sind dessen R. mandibularis und hyoideus.

Zum fünften Segmente gehört nur der Glossopharyngeus als dorsale Wurzel, eine ventrale fehlt, da auch die Musculatur des betreffenden Somiten verkümmert. Der N. glossopharyngeus entsendet einen R. dorsalis, sowie die Rr. pharyngeus und praetrematicus.

Den vier letzten Segmenten gehören die Nn. vagus und hypoglossus an, jener als dorsale, dieser als ventrale Wurzel. Der Vagus ist dabei aus vier, der Hypoglossus aus drei Nerven zusammengesetzt. Von den Dorsalästen des N. vagus verschmelzen die drei hinteren zum N. lateralis, der sich sodann auf Kosten der Seitenlinie verlängert. Der R. intestinalis des Vagus ist dessen vierter und letzter Ventralzweig.

Während so van Wijhe versucht hat, mittels seiner Lehre von den Somiten ein einheitliches Schema der gesammten Kopfgliederung aufzustellen, ein Versuch, der allerdings auch nicht ohne einige recht empfindliche Gewaltthätigkeiten durchführbar gewesen ist, hat Froriep zunächst das hintere Kopfgebiet einem Umbau unterworfen. Am Schädel von Säugethierembryonen hat derselbe ein dem N. accessorius anliegendes Ganglion oberhalb des ersten Spinalganglions entdeckt, das er dem N. hypoglossus zuschreibt. Ausserdem aber hat er zwischen dem ersten Rumpfurwirbel und dem Bogen des Accessorius drei urwirbelartige Bildungen aufgefunden, von denen die unterste leidlich entwickelt, die beiden anderen aber sehr schmal und verkümmert sind.[1] Diese Beobachtungen haben ihn zu der Annahme geführt, dass der hintere Theil des Schädels, der spinale Abschnitt, wie er ihn nennt, ursprünglich ein Theil der Wirbelsäule gewesen ist. Diesem Theil gehört der N. hypoglossus an, der als gemischter Nerv angelegt worden ist, dessen Ganglien aber verkümmert sind. An ihm sind drei getrennte Portionen unterscheidbar, von denen allerdings nur die hinterste und allenfalls die mittlere mit einem Ganglion versehen sind. An der Grenze des „spinalen" und des „cerebralen" Schädels erfolgt der Austritt des Vago-accessorius. Der Vagus aber gehört einem vom Hypoglossusgebiete streng zu scheidenden Abschnitte des Gehirns an und er ist bereits als ein echter Gehirnnerv zu bezeichnen. Froriep bezeichnet den Hauptgegensatz beider Nerven also: „Der Vagus entsteht durch eine Anzahl segmentaler Visceralbogennerven, welche nach Art dorsaler Wurzeln aus dem verlängerten Mark hervorgegangen, sich mit diesen durch Wurzelfasern in Verbindung setzen in einer Längslinie, welche sich zwischen die dorsale und die ventrale Ursprungslinie den Spinalnerven einschiebt. Der Hypoglossus entsteht durch Vereinigung einer Anzahl segmentaler Spinalnerven, welche aus je zwei Wurzeln, einer ventralen und einer

[1] Froriep, Nr. 33 und Nr. 34.

Digitized by Google

dorsalen durchaus als Spinalnerven sich bilden." Allein nicht nur der N. hypoglossus, sondern auch das von diesem versorgte Gebiet der Zungenmusculatur ist ursprünglich dem Rumpf zugehörig gewesen. Diese Musculatur entwickelt sich nämlich aus einer von der oberen Extremität herkommenden Leiste, der Schulterzungenleiste, welche ihrerseits die Wolff'sche Leiste der Occipitalregion darstellt. Der Schlundbogenapparat drängt sich als selbstständige Bildung zwischen die dorsale und die ventrale Hälfte des dem Hypoglossus angehörigen Theiles der Rumpfwand und erzeugt so den bogenförmigen Verlauf des letzteren.

Eine besondere Besprechung beanspruchen die von Froriep als Sinnesorgane beschriebenen Bildungen der Visceralbogennerven. Van Wijhe hatte bereits wahrgenommen, dass die zu den Visceralbogen tretenden Nerven eine Verbindung ihres Ganglions mit verdickten Stellen der Epidermis erkennen lassen. Er erwähnt solcher Verbindungen zwischen G. ciliare und supraorbitalem Schleimcanale, zwischen N. facialis und infraorbitalem Schleimcanal, zwischen den dorsalen Aesten des N. vagus und dem Hauptschleimcanal, sowie zwischen dessen ventralen Nervenästen und der Wand der Kiemspalten.[1] Die Bedeutung dieser Verbindungen scheint nach v. Wijhe darin zu liegen, dass die an die Nerven stossenden Epithelmassen Material für deren Weiterbildung liefern. Aehnliche Ideen hatten schon Goette und Semper ausgesprochen und auch Froriep scheint denselben nicht ganz abgeneigt zu sein.

Auf die Verbindungen zwischen Ganglienanlagen und Epidermis hat nun Froriep ein besonderes Augenmerk gerichtet, und dieselben als Anlagen von abortiv bleibenden Sinnesorganen aufgefasst, welche den von Leydig an den Seitenlinien der Fische entdeckten gleichwerthig sind. Er schildert drei solcher Bildungen. Die erste, dem Facialisganglion angehörig, liegt über der ersten, die dem Glossopharyngeus angehörige über der zweiten Visceralspalte und eine dritte, sehr langgezogene, steigt hinter der dritten und vierten Spalte herab und verbindet das Ganglion nodosum mit der Epidermis. Die Existenz dieser letzteren Verbindung hält Froriep bedeutsam auch für die gebogene Bahn des N. hypoglossus, welcher Nerv das Vagusorgan zu umgreifen hat. Im Bereich dieser drei Stellen ist die Epidermis verdickt und grubenförmig eingesunken und das Ganglion derselben innig angelagert. Da aus den Kiemenspaltenorganen keine definitiven Bildungen hervorgehen, sind die drei Ganglien, G. geniculi, G. petrosum und G. nodosum als die letzten rudimentären Ueberreste phylogenetisch verloren gegangener Sinneswerkzeuge anzusehen. In einem neueren

[1] Nr. 32. S. 21, 27 u. 33.

Digitized by Google

Aufsatz kommt Froriep auf den Facialis zurück und speciell auf die Chorda tympani. Der letzteren vindicirt er die ursprüngliche Bedeutung eines Hautsinnesastes und er stellt ihr in der Hinsicht die Rami ophtalmicus superficialis und buccalis an die Seite, wobei er ausdrücklich auf die Merkwürdigkeit hinweist, dass der Facialis mit drei weithin schweifenden Aesten zur Epidermis von drei ihm ursprünglich fremden Kopfgliedern tritt.

Bei Beurtheilung von Froriep's Arbeiten muss man meines Erachtens unterscheiden zwischen dem feinen und vorsichtigen Beobachter und dem kühn speculirenden Theoretiker. Man kann die Erfolge des ersteren sehr hoch schätzen, ohne den Combinationen des letzteren einen entsprechenden Werth beizumessen. Was zunächst das abortirende Ganglion am Nacken anbetrifft, so kann ich diesen schönen Fund vollständig bestätigen, ich finde auch meinerseits oberhalb des ersten Spinalganglions einen kleinen Nervenknoten, welcher dem Accessorius angelagert ist, über dessen Faserverbindung ich jedoch bis dahin nichts genaueres festgestellt habe.[1] Dieser Nervenknoten liegt in der unmittelbaren Verlängerung der Spinalganglienreihe des Halses und er ist nicht dem Kopf, sondern dem Halse zuzutheilen. Vom Kopf aus gerechnet liegt er nämlich jenseits von der Nackenbeuge. Der N. hypoglossus bezieht dagegen alle seine Fasern von der Strecke diesseits von dieser, d. h. von dem unzweifelhaft cerebralen Abschnitte des Medullarrohres, und somit halte ich die Zutheilung jenes Ganglions zum Hypoglossus morphologisch nicht für berechtigt. Selbst dann nicht, wenn es sich bewahrheiten sollte, dass Fasern aus ihm zum Hypoglossus hintreten, denn solch ein Faseranschluss beweist schliesslich nicht mehr als jede andere Anastomose. Ich denke, es ist am wenigsten missverständlich, wenn wir das fragliche Ganglion nach seinem Entdecker einfach als Froriep'sches Ganglion bezeichnen, es wird dadurch nichts praejudicirt. Die Trennung des Hypoglossusgebietes vom Accessorius- und Vagusgebiet halte ich für eine durchaus künstliche und ich berufe mich in der Hinsicht auf die Beobachtung, wonach der Hypoglossuskern auf eine lange Strecke den motorischen Kernen von Accessorius, Vagus und selbst Glossopharyngeus parallel läuft.

---

[1] Eine Darstellung desselben findet sich bereits in der Figur 62 der *Anatomie menschlicher Embryonen*. III. S. 89. Ich benutze den Anlass, um, vorbehältlich späterer eingehender Erörterung, Froriep in Betreff seiner Kopfnickerleiste Recht zu geben, ich hatte seiner Zeit die Deutung des Wulstes angezweifelt, bin nun aber auch meinerseits durch Verfolgung des N. accessorius davon überzeugt worden, dass der hinter dem Sinus praecervicalis liegende Theil der Retrobranchialleiste die Anlage des M. sternocleidomastoideus enthält. Inwieweit er die Gesammtanlage umfasst oder inwieweit er durch die von mir seiner Zeit als Anlage beschriebene Strecke ergänzt wird, das werde ich bei späterem Anlasse besprechen.

Digitized by Google

Noch unannehmbarer scheint mir die Auffassung der Zungenmuskulatur als einer verschobenen Rumpfmuskulatur. Schon die Bezeichnung der Praebranchialleiste (Froriep's Schulterzungenleiste) als einer Verlängerung der Wolff'schen Leiste halte ich nicht für zutreffend, wie ich dies an anderer Stelle bereits entwickelt habe.[1] Aber auch dann, wenn die eine Leiste morphologisch der anderen entspräche, so dürften wir doch nicht das obere dem Kopf zugehörige Ende als Theil des Rumpfes beanspruchen, ebensowenig als wir Theile des Gehirns dem Rumpfe zutheilen, weil dies Organ die Verlängerung des Rückenmarkes bildet. Es wäre dies eine Verwechselung von Substanzanlage und Formanlage, welche beiden Begriffe streng auseinander zu halten sind.[2]

Die Lehre von den branchialen Sinnesorganen hat ihre schärfste Formulirung durch J. Beard erhalten, welcher selbständig von Froriep auf ähnliche Ideen wie dieser geführt worden ist. Ueber jeder Kiemenspalte entsteht durch Verbindung des Ganglions einer hinteren Wurzel mit dem Hornblatt ein besonderes Sinnesorgan. An der betreffenden Stelle erfährt das Hornblatt eine Verdickung und es findet dabei, wie die karyokinetischen Figuren zeigen, eine lebhafte Vermehrung von Zellen statt. Diese Sinnesorgane sind ursprünglich auf den Kopf beschränkt und greifen erst später auf den Rumpf über. Eine Nervenwurzel und ein aus Ganglion und Hornblattverdickung bestehendes Sinnesorgan sind die primitiven Bestandtheile der Sinnesnerven. Die Bildung von Aesten erfolgt jenseits vom Sinnesorgane, die Hornblattverdickung des letzteren streckt sich, und der Nervenast spaltet sich von deren inneren Fläche ab. Der dorsale, oder, wie Beard ihn nennt, der suprabranchiale Ast eines jeden Kopfnerven ist mit Bestimmtheit ein Abspaltungsproduct des Hornblattes, und dasselbe scheint vom praebranchialen und pharyngealen Ast zu gelten, wogegen der postbranchiale Ast auf einen directen Auswuchs der Nervenleiste zurückgeführt wird. Dies Bildungsschema, wonach dem Sinnesorgan eine ganz entscheidende Rolle zugeschrieben wird, enthält nach Beard den Schlüssel für das Verständniss aller Kopfnerven, wobei allerdings zugegeben wird, dass dieser

---

[1] Nr. 36. III. S. 251.

[2] Nr. 39. S. 31.

[3] Dohrn (Nr. 43. X. 436) stellt zwar die Beziehungen der Zungenmusculatur zur Extremitätenmusculatur in Abrede, indess nimmt auch er an, die erstere entstamme dem Urwirbelsystem, oder wie er sich ausdrückt, den Körpermuskeln, und der N. hypoglossus sei deshalb ein reiner Spinalnerv. Dohrn beruft sich dabei auf Vetter's

Digitized by Google

Schlüssel durch die Ontogenese vielfach verdorben und verdreht ist. Am meisten typisch ist der N. glossopharyngeus, bei anderen wie beim Olfactorius und beim Acusticus ist zwar das Sinnesorgan vorhanden, allein es fehlen die zugehörigen Kiemenspalten und die daran sich anschliessenden Aeste. Wir haben es eben bloss mit „potentialen Kiemenspalten" zu thun.

Das Verhalten zu den Sinnesorganen begründet den grössten Unterschied zwischen Rumpf- und Kopfnerven, denn bei den ersteren ist etwas derartiges nicht vorhanden.[1] Zwischen beiden Gruppen besteht überhaupt ein tiefer morphologischer und entwickelungsgeschichtlicher Unterschied. Der Körper der Vertebraten zerfällt in einen kiementragenden und in einen kiemenfreien Abschnitt, jener ist der Kopf, dieser der Rumpf. Es erscheint erfolglos, Theile der einen Gegend mit solchen der anderen zu homologisiren. Ohne in das gesammte Detail der Beard'schen Darstellung einzutreten, hebe ich nur hervor, dass dieser Autor den Kopf in elf Segmente gliedert, indem er dem Olfactorius eins, dem Trigeminus zwei, dem Facialis zwei, dem Auditivus und Glossopharyngeus je eins und dem Vagus vier zutheilt. Von den zu erwartenden Spalten fehlen die erste und zweite (Olfactorius und Ciliargebiet), sowie die vierte und sechste (vorderes Facialis- und Auditivusgebiet), ebenso fehlt ein Theil der Suprabranchial- und der Ventraläste der Nerven.

Es ist klar, dass sich Beard mit der strengen von ihm aufgestellten Scheidung zwischen Kopf und Rumpf zu Gegenbaur in sehr bestimmte Opposition setzt. Dieser Anatom war ja gerade darauf ausgegangen, die primitive Uebereinstimmung beider Körperabschnitte als theoretische Nothwendigkeit zu beweisen. Eine gewisse Auflehnung gegen diese Lehre war immerhin schon bei einigen der früheren aufgeführten Autoren, bei Marshall und bei Froriep bemerkbar geworden, insbesondere aber hatte sich Ahlborn gegen eine Homologisirung von Kopf- und von Rumpfsegmenten oder correcter ausgedrückt von Visceralbogen- und von Urwirbelsegmentation ausgesprochen.[2] Ahlborn's Untersuchungsmaterial ist der Kopf von Petromyzonten gewesen, ein Object, das kurz zuvor von Wiedersheim wesentlich im Sinn von Gegenbaur interpretirt worden war.[3] Ahlborn hebt hervor, wie die Rippengliederung des Rumpfes als secundärer Vorgang der

---

1 Wenn meine ursprüngliche Darstellung, wonach die Ganglienleiste des Rumpfes

Digitized by Google

Urwirbelgliederung nachfolgt und von dieser sich als abhängig erweist. Die Rippen sind, wie Ahlborn sich ausdrückt, „der secundäre Ausdruck einer primären Metamerie". Die Gliederung der Kiemenbogen dagegen beginnt in der Seitenwand des Kopfes und wird eingeleitet durch die Bildung entodermaler Falten oder durch eine „entodermale Branchiomerie." Die Somiten v. Wijhe's sind für Ahlborn echte Mesomeren, ihre Gliederung erfolgt unabhängig von derjenigen der Kiemenbogen. Auch den Gehirnnerven, wenigstens denen der Medulla oblongata kommt im Allgemeinen kein segmentaler Character zu. Es handelt sich um „complicirte dysmetamere Bildungen." Von den Angaben Ahlborn's in Betreff einzelner Gehirnnerven notire ich besonders die auffällige Behauptung von der Abstammung des N. oculomotorius aus dem Hinterhirn.

Unter den bei der Discussion morphologischer Fragen betheiligten Forschern nimmt durch die Originalität seiner Auffassung, sowie durch die Breite seiner thatsächlichen Unterlagen A. Dohrn eine sehr hervorragende Stellung ein und, obwohl derselbe in seinen bisherigen Arbeiten die Kopfnerven nur nebenher behandelt hat, so werde ich hier doch auf einige seiner allgemeinen Ergebnisse hinzuweisen haben. Von einem mit so grossem Conceptionsvermögen ausgestatteten Mann, wie A. Dohrn, wird man keine kleinliche Erfassung der gestellten Aufgaben erwarten dürfen. Von vornherein stellt sich dieser Forscher in Gegensatz zu manchen jüngeren Autoren, welche auf schmaler oder selbst auf zweifelhafter Beobachtungsbasis umfassende Speculationsbauten errichtet haben, und auf das Allerbestimmteste betont er die Nothwendigkeit einer andauernden Verbreiterung und Vertiefung unseres Erfahrungsmateriales. In seinen Augen verlangt die Phylogenie vor Allem eine genaue actenmässige Darlegung des ganzen Entwickelungsganges sämmtlicher heute lebender Thiere, insbesondere der Wirbelthiere. Aber der Organismus besteht aus Organen und seine Geschichte schreiben, heisst die Geschichte aller seiner Organe schreiben. Die Geschichte eines jeden Organes hängt aber hinwiederum zusammen mit der aller übrigen und so können auch die zunächst zu schaffenden Monographien nur die „Vorläufer" sein einer umfassenden Darstellung der Fabrik und Genese des ganzen Wirbelthierorganismus in seiner auf- und absteigenden[1] Entwickelung." Einer solch weiten Erfassung der gestellten Aufgabe stimme

Digitized by Google

ruhigere, das Thatsächliche vom Polemischen schärfer trennende Darstellung den klaren Einblick in die Intentionen und damit die Wirkung der Arbeiten noch steigern müsste. Mit dem Temperament energischer Naturen darf man allerdings nicht rechten, und dem in Ueberwindung schwerer Widerstände gestählten Schöpfer der zoologischen Station wird man auch bei Darstellung wissenschaftlicher Funde und Gedanken das geharnischte Gewand kaum verübeln dürfen. Für mich hat es, wie ich nicht leugnen kann, eines wiederholten Studiums Dohrn'scher Schriften bedurft, ehe ich in deren Gedankengang einzudringen vermocht habe, und nachdem mir im Anfang so Manches als unverständlich erschienen war, bin ich schliesslich um so angenehmer überrascht gewesen, mich mit Dohrn nicht nur in gelegentlichen Detailauffassungen, sondern auch in wesentlichen Principienfragen in voller Uebereinstimmung zu finden. Die Uebereinstimmung findet sich in unserer beiderseitigen hohen Werthschätzung der vergleichenden Embryologie, in der Verwerfung einseitigen Schablonenwesens und vor Allem in der Ueberzeugung, dass in der Behandlung morphologischer, oder wenn man lieber will, phylogenetischer Probleme die Arbeit durch eine erschöpfende Erforschung des uns direct zugänglichen Materiales muss hindurchgegangen sein, ehe man daran denken darf, die auf directem Wege unerreichbaren Urformen der Organismen construiren zu wollen.

Dohrn hat, Angesichts der noch zu leistenden Arbeit, bis dahin darauf verzichtet, eine Gesammtgeschichte des Kopfes zu geben, wogegen er in den während der letzten Jahre herausgegebenen Aufsätzen für manche der Specialfragen seine Auffassung mitgetheilt hat. Mit der Discussion von der Bedeutung der Mundspalte hat er den Anfang gemacht und an Knochenfischembryonen gefunden, dass die Mundbucht fehlt und die Eröffnung der Mundspalte seitlich beginnt. Hierauf sich stützend, erklärt Dohrn den Mund für eine ursprünglich bilateral angelegte Bildung und nach ihrer primitiven Function für eine Kiemenspalte. In ähnlicher Weise hält er die Hypophyse für eine Kiemenspalte, welche nicht mehr zum seitlichen Durchbruch gelangt. Er beruft sich dabei auf deren ursprünglich doppelseitige Bildung, auf ihre Beziehung zum Gefässsystem, sowie auf deren Entwickelung bei Petromyzonten, bei welchen sich die Hypophyse zu einem langen Blindsack entwickelt, der sich von der ursprünglichen Einstülpungsöffnung nicht abschnürt. Dohrn's Darstellung von der Differenzirung der Kiemenbogen und ihres Skelettes kann ich hier übergehen, und nur im Vorbeigehen darauf hinweisen, wie er die Thymus der Fische als eine Epithelwucherung in der oberen Commissur vorderer Kiemenspalten entstehen lässt. Besonders bedeutsam aber erscheinen die Angaben über die Entstehung der Musculatur: Die Urwirbel (Myotome) des Rumpfes entsenden hohle Knospen sowohl dorsal- wie ventralwärts. Die dorsalen Knospen entwickeln sich zur

Digitized by Google

Musculatur der Rückenflossen, die ventralen Knospen dagegen, deren je zwei von einem Urwirbel entspringen, treten in die Falte der Rumpfwand ein, aus welcher die Brust- und Beckenflossen hervorgehen und sie lösen sich späterhin selbständig ab. Die Nerven sind schon vor Abschnürung der Knospen in die Urwirbel eingetreten und sie folgen diesen und ihren Producten bei deren fernerer Entwickelung. Eine Verkümmerung erfahren die Knospen in der zwischen Brust- und Beckenflossen gelegenen Strecke des Rumpfes, wogegen sie am Schwanz in die Musculatur der unteren unpaaren Flosse übergehen. Die Extremitätenmuskulatur ist demzufolge eine reine Stammmusculatur, ein Verhalten, das ja auch schon Remak vertreten,[1] ich selber[2] bezweifelt hatte. Allein auch die Bauchmuskeln mit Inbegriff des M. rectus gehören laut Dohrn dem System der Urwirbelmuskulatur an.

Im vollen Gegensatze dazu steht die Musculatur der Visceralbogen des Kopfes. Diese geht bei den Plagiostomen aus den Wandungen der Balfour'schen Kopfhöhlen hervor, d. h. sie ist parietalen Ursprunges. Dohrn hält dafür, dass dies auch von der Augenmuskulatur gilt und dass die Somiten van Wijhe's, insoweit die Augenmuskeln aus ihnen hervorgehen, keine den Urwirbeln homodyname Gebilde sind. Zwischen Kopf und Rumpf gestaltet sich somit der Gegensatz, dass jener nur eine parietale, dieser nur eine Stammmusculatur zur Ausbildung bringt.

Die Stellung der Augenmuskeln als parietal entstandener Visceralmuskeln erscheint Dohrn deshalb bedeutungsvoll, weil er daraus den Schluss zieht, dass sie ursprünglich Kiemenmuskeln gewesen sind und er hält in der That die heutige Linse des Auges für eine ehemalige Kiemeneinstülpung. Auch die mediale Schilddrüsenanlage wird von Dohrn als Rest einer zwischen Hyoidbogen und dem verkümmerten Hyomandibularbogen verloren gegangenen Kiemenspalte angesehen und ihr ein ursprünglich bilateraler Ursprung zugeschrieben.

Beim Vergleich der Kopfnerven mit den Rumpfnerven kommt, entsprechend obiger Darlegung, Dohrn zum Ergebniss, dass dieselben, wegen des Ausfalls der Urwirbelmuskulatur, die betreffenden Leitungsbahnen ver-

Digitized by Google

Schwanznerven, denen die Visceralpartie völlig fehlt. Dorsale Aeste der Hirnnerven sind bei dem Hinwegfallen der Urwirbelderivate nicht zu erwarten, höchstens als schwache Hautnerven und so verwirft auch Dohrn alle die hierauf bezüglichen Deutungen, die man vorhandenen Nerven bis dahin gegeben hat. Was speciell den von Gegenbaur als Dorsalast des Facialis bezeichneten N. acusticus betrifft, so hält, ähnlich Froriep, auch Dohrn denselben für einen Visceralast und die Gehörgrube für eine obsolete Kiemenspalte. Ich werde später Anlass haben zu zeigen, dass während eine Homologisirung der Augennasenrinne nebst Linsengrube und Hypophyse und eine solche der Mundspalte mit Kiemenspalten noch eine gewisse Begründung hat, ja selbst diejenige des Anus in gewissem Sinn verfochten werden kann, die Hereinziehung der Gehörgrube absolut jedes Bodens entbehrt. Die Gehörgrube hat nie und nimmer mit der parietalen Kopfwand etwas zu thun, dieselbe geht vielmehr, wie ich dies schon vor zwei Jahrzehnten dargethan habe, aus derselben Anlage hervor, wie die Ganglienanlagen und ist somit eine in eminentem Maasse dorsale Bildung.

Es wird sich späterhin Anlass geben, noch auf einige besondere Discussionen in Betreff des G. ciliare, des N. facialis u. A. m. zurückzukommen und so kann ich meinen Litteraturüberblick mit obiger Wiedergabe Dohrn'scher Beobachtungen und Ideen abschliessen. In den Augen manches mit den neueren Arbeiten vertrauten Lesers hätte ich mir vielleicht die Mühe der Zusammenstellung sparen können, ich habe indessen einen gewissen Werth darauf gelegt, die Entwickelung der bezüglichen Fragen in ihrem innern Zusammenhange klar zu legen, die einzelnen Wendepunkte bestimmt hervorzuheben und auf die entscheidenden Motive der verschiedenen maassgebenden Forscher einzugehen.

Recapituliren wir nochmals mit kurzen Worten, so haben die Forscher der früheren Periode die Verhältnisse der Kopfnerven, in einer meistens unbefangenen Weise, durch Zusammenfassung in Gruppen zu ordnen gesucht, und die Annahme von nur wenigen Schädelwirbeln hat denselben die summarische Bildung von grösseren Einheiten erleichtert. Mit den Arbeiten Gegenbaur's beginnt das Bestreben, eine strenge Metamerie des Kopfes, zunächst in dessen vertebralem Theile durchzuführen, allein auch Gegenbaur ist viel zu strenger Forscher, um die morphologische Schematisirung auf die Spitze zu treiben. Auch er fasst die Nerven noch zu grösseren Complexen zusammen, und aus seinen, sowie aus den früheren Arbeiten von Stannius ergiebt sich als neues Eintheilungsprincip die Berücksichtigung der peripheren Endgebiete. Dies Princip hat Gegenbaur zu der Zerlegung des N. vagus in eine Reihe von ursprünglich gesonderten Nerven geführt, eine Annahme, welcher die nachfolgenden Autoren fast durchweg zugestimmt haben. Waren die früheren Forscher, wenigstens bis auf

Digitized by Google

Stannius, bei der Frage von der Deutung der Hirnnerven in überwiegendem Maasse vom Menschen und von den Säugethieren ausgegangen, so hat sich seit Gegenbaur eine besonders ausgesprochene Bevorzugung der Selachier geltend gemacht. Balfour, Marshall, v. Wijhe, Dohrn, Beard u. A. haben den eigentlichen Schwerpunkt ihrer Bemühungen und ihrer theoretischen Folgerungen in dies eine Material verlegt. Ob diese Einseitigkeit der Sache zum Vortheil gereicht hat, mag zweifelhaft erscheinen. Schon ein Blick auf die äussere Formgestaltung zeigt, dass das Selachierhirn gerade in den wichtigen Bezirken zwischen Mittel- und Nachhirn auffallende Complicationen darbietet, die zum Theil über diejenigen bei höher gestellten Thieren erheblich hinausgehen. Ebenso sind die bei den Selachiern, sowie bei den Fischen überhaupt so schwierig zu entwirrenden gegenseitigen Beziehungen zwischen Trigeminus und Facialis einer klaren Scheidung der Nervenbezirke von vornherein nicht sehr günstig. Ich verkenne die Vortheile nicht, welche speciell auch die Entwickelungsgeschichte des Kopfes von den Studien an Selachiern gewonnen hat und stelle in den Vordergrund die Entdeckung der Kopfhöhlen von Balfour, den Nachweis von urwirbelähnlichen Bildungen durch v. Wijhe, sowie die Auffindung der Augenmuskelanlagen durch Balfour, Marshall und v. Wijhe. Dagegen haben meines Erachtens die Arbeiten von Balfour und seiner Schule über die Bildung der Nerven fast mehr Störung als Förderung unseres Wissens gebracht und ich habe die Ueberzeugung, dass wir rascher vom Fleck gekommen wären, wenn die Forschung auf dem von Remak, von Bidder und Kupffer und von mir selber angebahnten Wege weiter gegangen wäre. Hätten die Vertreter der morphologischen Schulen nicht so vollständig auf jegliches tiefere Eingehen in die Histogenese der Nervenfasern Verzicht geleistet, so hätte eine Summe von Verwirrung und Missverständniss erspart werden können. Auch die Vernachlässigung der Arbeiten der Hirnanatomen und ihrer seit nunmehr 40 Jahren begründeten Lehre von den Nervenkernen, an die doch Stieda schon vor längerer Zeit den Anschluss gesucht hatte, hat sich bitter gerächt.

Mit der zunehmenden Ausbildung der neueren Metamerenlehre hat sich aber auch jene weise Discretion, deren die älteren Forscher sich in so anerkennenswerther Weise beflissen hatten, mehr und mehr verloren, und es ist bezeichnend, wie die nicht allein der Zeit, sondern auch den Lebensjahren nach jüngsten Forscher sich der Schemenbildung am allerrückhaltslosesten hingegeben haben. Ein glattes Schema ist in den letzten Jahren dem andern gefolgt, keins derselben deckt das Andere, und wohl ist man bei manchem derselben an Erlkönigs Worte erinnert worden:

„Ich lieb Dich, mich reizt Deine schöne Gestalt
Und bist Du nicht willig, so brauch ich Gewalt."

Digitized by Google

Gegenüber dem kühnen Vorgehen jüngerer Doctrinäre muss es wohlthuend berühren, dass neuerdings zwei der erfahrensten Heerführer, trotzdem dieselben unter sich in schwerer Fehde begriffen sind, doch in gleicher Weise die Parole zum Maasshalten ausgegeben haben. Gegenbaur in seinem soeben erschienenen Aufsatz macht reichliche, in dem Sinne gefasste Bemerkungen und bei der Darstellung seiner eigenen Ansichten tritt überall die Würdigung der ungeheuren Schwierigkeiten hervor, mit welchen die Lösung der durch die Metamerenlehre gestellten morphologischen Probleme umgeben ist. Und noch prägnanter, spricht sich, wenigstens im Princip, A. Dohrn aus, ja es lassen manche seiner Aeusserungen den Stand der gegenwärtigen Metamerenlehre als einen geradezu verzweifelten erscheinen. „Eine sichere Begründung des Metamerenbegriffes steht, so sagt Dohrn, noch aus." „Die Frage, wie entsteht ein Segment, ein Metamer? ist in der That die schwerste, tiefstgehende, weitgreifendste, welche in der Morphologie aufgeworfen werden kann. Fast jeder Autor, der sich daran versucht hat, sie zu lösen, geräth auf weitschweifige Auseinandersetzungen, die um so labyrinthischer werden, je sicherer er zu fühlen beginnt, er habe keine Antwort. Man classificirt, systematisirt, erfindet immer neue Kunstausdrücke, aber Niemand vermag zu sagen, so entstand das erste Segment im Thierreich." An anderen Stellen meint derselbe Autor, die vergleichende Anatomie biete auf dem Gebiete (der Lehre von den Kopfnerven) „das Bild eines auf stürmischer See steuerlos herumgeschleuderten Schiffes."[1]

Wenn die Sache so steht, so darf man sich allerdings fragen, ob denn die Fragestellung so unbedingt richtig ist, und ob nicht am Ende von einer anderen als der bisher versuchten Seite her ein Eingang in das Gebiet gefunden werden kann. Bevor ich auf diese Untersuchung eintrete, wende ich mich zu einer Prüfung der thatsächlichen Verhältnisse.

Medullarnerven und Ganglionnerven.

Es lassen sich für die in den peripherischen Nerven auftretenden Fasern zwei getrennte Quellen nachweisen. Ein Theil derselben stammt aus Zellen des Gehirns und des Rückenmarks, ein anderer Theil aus solchen der Ganglien. Aus dem Gehirn und Rückenmark stammen die Fasern der motorischen Wurzeln. Eine jede derselben entsteht als Axencylinderfortsatz aus je einer Zelle, gelangt von ihrer Ursprungsstelle aus zur Ober-

[1] Dohrn, a a. O. VII. S. 70 und X. S. 468.

Digitized by Google

fläche des Organes und tritt mit Nachbarfasern zur Bildung eines Wurzelbündels zusammen. Die Zellen, aus welchen motorische Wurzelfasern hervorgehen, liegen, sowohl im Gehirn als im Rückenmark, in der ventralen Hälfte des Rohres, innerhalb der von mir sogenannten Mantelschicht. Bald mehr, bald minder scharf scheiden sie sich in zwei getrennte Complexe, die Gebiete von Vorderhorn und Seitenhorn. Im Lenden- und im Rückentheil des Marks sammeln sich die motorischen Fasern jederseits nur zu einer einzigen Wurzelreihe, im oberen Halstheil treten diejenigen des Seitenhorngebietes in einer besondere Reihe aus und bilden die Wurzeln des N. accessorius. Unter den motorischen Nerven des Gehirns haben der N. hypoglossus, der N. abducens und der N. oculomotorius gleich den Rückenmarksnerven ventrale Austrittsstellen. Die motorischen Wurzeln des Vagus, des Glossopharyngeus, des Facialis und des Trigeminus verlassen das Gehirn in der verlängerten Richtung der Accessoriuswurzeln und der Trochleariskern sendet seine Fasern über die dorsale Mittellinie hinaus nach der anderen Seite.

Die zweite Quelle von peripherischen Nerven sind die Ganglien. Jede Zelle eines spinalen Ganglions wächst nach zwei Seiten hin in Fasern aus Von diesen tritt die eine als hintere Wurzelfaser in das Rückenmark oder in das Gehirn ein, die andere geht als sensible Faser peripheriewärts. Die in das Rückenmark und in's Gehirn dringenden Fasern biegen grossentheils in Längsstränge um, in die Hinterstränge oder in die ihnen äquivalenten aufsteigenden Wurzeln sensibler Gehirnnerven. Ein anderer Theil der centripetal wachsenden Fasern tritt zwischen die Zellengruppen des Medullarrohres. Das Endschicksal der einen wie der anderen ist vorerst nicht zu ermitteln.

Der Entstehungsweise zufolge sind sonach die spinalen Nerven in medullare Nerven und in Gangliennerven zu scheiden. Zu ersteren gehören im Allgemeinen die motorischen, zu letzteren die sensibeln Wurzeln. Es bleibt weiterhin zu untersuchen, inwiefern die Begriffe medullar und motorisch, sowie ganglionär und sensibel sich decken. Die genetische Stellung der verschiedenen Sinnesnerven, diejenige der Drüsen- und der Gefässnerven ist dabei zu prüfen und ausserdem zu untersuchen, ob die

Digitized by Google

Von den Sinnesnerven scheinen die Fäden des N. olfactorius medullaren Ursprungs zu sein, denn wir kennen kein Ganglion das demselben als Ausgangspunkt dienen könnte.

Der N. acusticus ist ein reiner Gangliennerv und dasselbe gilt von dem Geschmacksantheil des N. glossopharyngeus. Die Geschmacksfasern für die vorderen zwei Zungendrittel verlaufen in der Chorda tympani,[1] diese aber erscheint nach den sehr sorgfältigen Untersuchungen von Sapolini[2] als die Fortsetzung des Wrisberg'schen Nerven und sie durchsetzt das Kniegangliom, in dem ich schon in frühen Perioden bipolare Ganglienzellen wahrzunehmen vermag. Sämmtliche Geschmacksfasern, die des Glossopharyngeus und die der Chorda sind demnach als ganglionär aufzufassen.

Der Sehnerv nimmt eine von den übrigen Sinnesnerven getrennte Stellung ein, er ist im Grunde kein peripherischer Nerv, sondern einer intracerebralen Bahn gleich zu achten. Ich gedenke in einer späteren Arbeit die Geschichte dieses Nerven aufzunehmen und will hier nur darauf hinweisen, dass in ihm wahrscheinlich Fasern verschiedenen Ursprungs beisammen liegen, solche die aus den Zellen der Ganglienschicht der Retina, und solche die aus dem Gehirn stammen. Für die Existenz der ersteren ist seiner Zeit schon W. Müller eingetreten, das Auftreten der letzteren hat v. Mihalkovicz in einer, wie mir scheint, unanfechtbaren Weise dargethan.

Die Herkunft der Drüsennerven lasse ich vorerst unerörtert und ebenso die an anderer Stelle discutirte Frage, inwieweit die hinteren Wurzeln neben ganglionären auch medullare Fasern enthalten können.[3]

Zu den Gangliennerven gehört jedenfalls ein Theil der Fasern des sympathischen Systems, diejenigen nämlich, welche aus den Zellen der sympathischen Ganglien als Fortsätze auswachsen. Das Dunkel, welches von Alters her über dem sympathischen System liegt, hellt sich zwar nur

[1] Nach den Erfahrungen von Ohrenärzten schwindet nach Durchschneidung der Chorda tympani am Trommelfell das Geschmacksvermögen in den zwei vorderen Dritteln der Zunge. (Man vergl. hierüber die Arbeit von Ed. Schulte. Nr. 49.)

[2] Sapolini bezeichnet den Wrisberg'schen Nerven nebst der Chorda tympani geradezu als dreizehnten Hirnnerven (Nr. 50). Er hat durch makroskopische Praeparation den ersteren sowohl nach auf- als nach abwärts hin verfolgt. Nach aufwärts vermochte Sapolini eine am Rande des Rautengrubenbodens verlaufende, aufsteigende Wurzel bis in das Gebiet der Funiculi graciles zurück zu verfolgen. Nach abwärts sah er den Nerven in das Kniegangliom eintreten, aus welchem die Chorda als unmittel-

Digitized by Google

sehr langsam auf, immerhin sind wir, dank den sorgfältigen Untersuchungen von Onody,[1] wenigstens über die Entstehung der sympathischen Ganglien entschieden in's Klare gekommen. Die bereits von Balfour und von Schenk gemachten, aber unvollständig begründeten Angaben über die Herkunft der sympathischen Ganglien sind von Onody genau geprüft worden und er hat den scharfen Beweis geführt, dass sie als Theilstücke aus den spinalen Ganglien hervorgehen und mit dem Auftreten der vorderen Wurzeln von denselben abgelöst werden. Da wir ausserdem durch die älteren Untersuchungen von Beale, Courvoisier u. A. wissen, dass die sympathischen Ganglienzellen Doppelfortsätze entsenden, welche beide in Nervenfasern übergehen, so besteht auch nach der Richtung hin Uebereinstimmung mit den spinalen Ganglien, und es ist immerhin denkbar, dass die Drehung der einen Faser um die andere nur eine secundäre Bedeutung hat und dass sie einer Umlagerung der Zellen ihren Ursprung verdankt.

Durch die tiefe Lage der Ganglien neben der Aorta und über dem Mesenterium wird das Ausbreitungsgebiet der aus ihnen stammenden und der sie durchsetzenden Fasern und damit die Bedeutung derselben als Gefäss- und als Eingeweidenerven festgestellt. Ob nun die Ganglienfasern des Sympathicus motorischer Art sind oder sensibel, darüber können wir uns vorerst nur an der Hand indirecter Schlüsse entscheiden. Da nämlich die vom Sympathicus innervirten Muskelgebiete vom Gehirn und vom Rückenmark aus erregt werden können, und da es anderntheils unwahrscheinlich ist, dass die sympathischen von den ihnen genetisch verwandten spinalen Ganglienzellen functionell völlig verschieden sein sollen, so lässt sich vermuthen, dass die eigentlichen Ganglienfasern des Sympathicus nicht motorisch sondern centripetalleitend (excitomotorisch im Sinn von M. Hall) sind.

Wie weit sind wir nun berechtigt, am Kopf von sympathischen Ganglien zu reden? Mit Ausnahme des G. Gasseri und des G. acusticum sind der Reihe nach alle Uebrigen als sympathisch bezeichnet worden, die Gg. ciliare, rhinicum, oticum, submaxillare, geniculi, glossopharyngei und vagi. Mir scheint, dass mit dem Wort sympathisch an und für sich wenig gesagt ist, solange wir nicht einen völlig klaren Begriff daran knüpfen können. Bei Normirung des Begriffes werden wir von den anatomischen, histologischen, physiologischen und entwickelungsgeschichtlichen Eigenthümlichkeiten des Rumpfsympathicus auszugehen haben. Die letzteren sind am wenigsten bedeutsam, denn, wenn überhaupt alle sympathischen Ganglien einmal von spinalen sich abgelöst haben, so passt dieser Charakter vorweg auf sämmtliche kleinere Kopfganglien, eventuell sogar auf die Gg. petrosum und

[1] Nr. 62.

Digitized by Google

nodosum. Wichtiger möchten die histologischen Charaktere sein, das Vorhandensein von Spiralfasern und von marklosen Nerven, obwohl ich auch diese Eigenschaften nicht für unbedingt zuverlässig halte. Entscheidend sind wohl nur die anatomischen und physiologischen Merkmale, die Verbreitung der ausstrahlenden Fasern an Gefässen und deren Unabhängigkeit von Bewusstsein und Willen. — So wie die Dinge jetzt liegen, muss meines Erachtens die Aufgabe gestellt werden, die verschiedenen Kopfganglien einmal genau auf ihre Eigenschaften durchzuprüfen und solange bis dies geschehen ist, enthält man sich am besten der Anwendung eines seiner ganzen Natur nach unklaren Begriffes. Ein rein morphologisches Kennzeichen für sympathische Kopfganglien giebt es zur Zeit nicht. Ob man z. B. das Ciliarganglion und das G. geniculi für sympathisch halten will, ist vorläufig eine blosse Glaubenssache.

Die Ordnung der motorischen Kerne im Rückenmark und Gehirn.

Im Rückenmark sind die einzelnen hinter einander liegenden Wurzelgebiete motorischer Nerven sehr unbestimmt von einander geschieden. Andeutungen einer segmentalen Gliederung zeigt das Organ zur Zeit seines Schlusses und unmittelbar nachher in Form von jenen, mit den Urwirbeln alternirenden Faltungen, welche schon den älteren Beobachtern bekannt gewesen und die häufig auf Wassereinwirkung bezogen worden sind.[1] Diese Faltungen der Wand verwischen sich sehr bald und, soweit meine Erfahrung reicht, ohne bleibende Spuren zu hinterlassen. Longitudinale Gliederungen secundärer Natur fehlen im Rückenmark in keiner Weise. Die ins Mark tretenden Blutgefässe und die bündelweise austretenden Nervenwurzeln bedingen von vornherein eine gruppenweise Zertheilung der vorhandenen Zellencomplexe, allein von einer wirklich segmentalen, den Urwirbelgebieten entsprechenden Gliederung[2] habe ich mich an Frontal- und Sagittalschnitten embryonaler Rückenmarke niemals überzeugen können. Eine eingehende Discussion der Frage erscheint hier überflüssig, denn es kann sich nur um ein Mehr oder Weniger handeln, und ich vertrete meinerseits die Ansicht, dass eine segmentale Gliederung des Rückenmarks primär angedeutet war und sich späterhin, mit Hinterlassung keiner oder doch nur geringer Spuren, verloren hat.

---

[1] Dieselben finden sich in Erdl's *Atlas* Taf. IV, VI—VII abgebildet, ebenso in meiner *Monographie über Hühnchenembryonen*. Taf. XII. In letzterem Werke (S. 82) habe ich dieselben in ihren Beziehungen zu den Urwirbeln eingehend beschrieben und bin für deren normalen Charakter eingetreten.

[2] Für eine solche ist Lüderitz eingetreten. Nr. 51.

Digitized by Google

Im Gehirn scheiden sich bekanntlich die Ursprungsgebiete der motorischen Wurzeln als Stilling'sche Nervenkerne mehr oder minder scharf von ihrer Umgebung. Stilling selber, sowie Schröder v. d. Kolk[1] hatten bereits darauf hingewiesen, wie die Lagerung motorischer Kerne im Allgemeinen der Fortsetzung der Vordersäulen in's Gehirn entspricht. Besonders aber hat Deiters in grundlegender Weise den Plan des Rückenmarkbaues durch das verlängerte Mark durchzuführen gesucht und dabei auch die Trennung von motorischen Vorderhorn- und Seitenhornkernen bestimmt zum Ausdruck gebracht. Meine eigenen Untersuchungen an menschlichen Embryonen ergeben nun mit grosser Schärfe, dass alle motorischen Fasern der Gehirnnerven aus der ventralen Hälfte des Medullarrohrs stammen, theils aus dem Vorderhorn-, theils aus dem Seitenhorngebiete desselben, und dass es nicht sowohl die Ursprungs- als die weitere Verlaufsweise der Fasern ist, welche die Unterschiede des Austretens bedingt.

Im Gebiete des Calamus scriptorius bis zur Eintrittsstelle des N. glossopharyngeus liegen die Ursprungszellen motorischer Fasern in einer fortlaufenden doppelten Kette. Aus der ventral gelegenen Vorderhornkette treten längs der bezeichneten Strecke Hypoglossusbündel zur Oberfläche. Aus der dorsalwärts davon befindlichen Seitenhornkette entwickeln sich die cerebralen Wurzelbündel des N. accessorius, sowie die motorischen Fasern des Vagus und des Glossopharyngeus. Ein einziger Blick auf die Disposition der Ursprungsherde genügt, um erkennen zu lassen, wie willkürlich es ist, das Hypoglossusgebiet vom Vagusgebiete trennen zu wollen und jenes dem Rumpfe, dieses dem Kopfe zuzutheilen. Die Hypoglossusbündel entspringen alle diesseits von der Nackenkrümmung in unzweifelhaftem Gehirngebiet, und die vordersten derselben reichen bis unter das motorische Wurzelgebiet des N. glossopharyngeus. Ebensowenig erscheint es zulässig, die diesseits der Nackenbeuge entspringenden Accessoriuswurzeln dem Rumpf zuzutheilen. Mit gleichem Recht dürfte man den N. vagus und selbst den N. glossopharyngeus als Rumpfnerven erklären.

Allein auch die Abgrenzung des N. accessorius von den motorischen Wurzeln des Vagus erweist sich als eine beinahe zufällige Erscheinung. Von der langen Reihe von Wurzelbündeln, welche aus dem Seitenhornkern der Medulla oblongata heraustreten, erreichen einige vordere die Oberfläche

Digitized by Google

Es zeigt sich eben hier wie an anderen Stellen, dass unsere Eintheilung der Kopfnerven grossentheils nur conventionellen Werth beanspruchen darf. Man kann, wie dies ja wiederholt geschehen ist, die Eintheilung verschiedentlich variiren, ohne deshalb der Natur einen Zwang anzuthun. So ist es jedenfalls zu rechtfertigen, wenn man nach dem Vorbilde der älteren Anatomen die drei hinteren Kopfnerven zu einem gemeinsamen Complex zusammenfasst. Der medullare Antheil des Complexes besteht aus dem N. hypoglossus, dem Hirntheil des Accessorius und den motorischen Wurzeln des Vagus. Der erstgenannte Nerv bildet den Vorderhorntheil, die übrigen den Seitenhorntheil des Complexes, und als Gangliennerv ist ihnen der sensible Vagusstamm zugesellt. Insofern der motorische Antheil des Glossopharyngeus sich noch anschliesst, lässt es sich sogar verantworten, auch diesen Nerv noch dem gemeinsamen Complex hinterer Gehirnnerven beizuordnen.

Für das Verständniss der Hinterkopfgliederung erscheint es wichtig, dass auf eine längere Strecke hin den Wurzelfasern des Marks eine doppelte Austrittspforte offen steht, jede Querzone somit eine zweifache Reihe motorischer Wurzeln entsenden kann. Die beiden Austrittspforten scheinen durch die Reihe der Wirbelthierstämme hindurch einander theilweise vertreten zu können und jedenfalls ist auf diese Möglichkeit Rücksicht zu nehmen, wenn es sich darum handelt, die bei niederen Wirbelthieren beobachteten Besonderheiten im Austritt hinterer Hirnnervenwurzeln gehörig zu würdigen.

Die Fasern der drei hinteren Kopfnerven treten in einzelne Bündel geordnet zur Oberfläche, aber ich habe keine Anhaltspunkte dafür gewinnen können, dass der Anordnung dieser Bündel eine segmentale Bedeutung zukommt. Die Anwendung der Metamerenlehre auf die motorischen Nervenkerne im Allgemeinen findet in der Discontinuität der letzteren eine bebesondere Schwierigkeit. Vom Facialiskern ab nach vorn rücken die Kerne der motorischen Hirnnerven in Abstände auseinander, und die dazwischen liegenden Zellen der Vorder- und Seitenhornzone geben ihre Axencylinder statt nach Aussen, nach Innen ab. Anstatt Wurzelfasern liefern dieselben innere Verbindungsbahnen. Allein auch der Längsverlauf bestimmter Wurzelbahnen innerhalb des Gehirns, die Bahn des Facialis und die der absteigenden Trigeminuswurzel sind metameral kaum zu verstehen.

Bei den beiden zuletzt genannten Nerven, dem Facialis und dem Trigeminus verlassen die motorischen Wurzeln theilweise ihre Ursprungszone, um in davor oder in dahinter liegenden Zonen die Oberfläche zu durchbrechen. Dem gegenüber bieten Abducens, Trochlearis und Oculomotorius viel einfachere Verhältnisse dar. Bei diesen drei Nerven sind

Digitized by Google

die Kerne wohl umgrenzt und es fällt ihre Austrittszone mit der Ursprungszone zusammen. Der Kern des Abducens wird in bekannter Weise vom inneren Wurzelbündel des Facialis umgriffen. Fassen wir beide zu einem Complex zusammen, so haben wir folgende Gliederung:

Oculomotoriuskern	im Mittelhirn
Trochleariskern	im Isthmus
motorischer Trigeminuskern (einschliesslich der absteigenden Wurzel)	in der Zone des Kleinhirns
Abducens- u. Facialiskern . .	hinter dem Gebiet maximaler Rautengrubenbreite (Gehörblasenzone)
Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius u. Hypoglossus	im Gebiet des Calamus scriptorius und in der bis zur Nackenbeuge reichenden Strecke.

Nur in gröberen Zügen entspricht, wie man sieht, die Gliederung der motorischen Nervenkerne derjenigen des Gehirns. Am schärfsten charakterisirt sich der Isthmus als Ursprungsgebiet des N. trochlearis. Ich bin der Ueberzeugung, dass der Verlauf der motorischen Wurzeln innerhalb der Wand des Medullarrohres und deren Austrittsstellen durch die Formeigenthümlichkeiten bedingt werden, die das Rohr zur Zeit der Wurzelbildung besessen hat. So weicht z. B. das schmale Querprofil des Isthmus durchaus ab von dem pentagonalen der dahinter liegenden langgezogenen Strecke des Rautenhirns und hinwiederum von dem breiten Oval des Mittelhirns. Es ist unschwer zu verstehen, wie sowohl vor, als hinter dem Isthmus der Verlauf der Wurzelfasern nach dem Typus des Trochlearis ein Ding der Unmöglichkeit sein muss.

Anordnung der Ganglionnerven des Kopfes.

Als Vorstufe der Ganglienleiste des Kopfes existirt, wenigstens beim Hühnchen, eine neben der Nathfalte des Gehirnes herlaufende rinnenförmige Anlage, die Zwischenrinne meiner älteren Terminologie oder Ganglienrinne, wie man sie bezeichnender nennen kann; die ausdrückliche Unterscheidung dieses Gebildes ist deshalb von Bedeutung, weil dasselbe ausser der Anlage

Digitized by Google

der eigentlichen Kopfganglien noch diejenige der Gehörblase[1] und, wie mir unzweifelhaft scheint, auch diejenige der Riechgrube umfasst. Die beiden letztgenannten Bildungen entstehen aus offen bleibenden Strecken der Ganglienrinne und diese letztere gliedert sich demzufolge im Ganzen in sechs hinter einander liegende Stücke von ungleicher Länge:

1. Riechgrube,
2. Complex der Trigeminusganglien,
3. „ „ Acusticofacialisganglien,
4. Gehörgrube,
5. Complex der Glossopharyngeusganglien,
6) „ „ Vagusganglien.

Die beiden letztgenannten Ganglien schliessen sich in manchen Einzelheiten ihrer Entwickelung den Rumpfganglien näher an, als den oberen Kopfganglien, wie dies an anderem Orte seiner Zeit ausgeführt worden ist.[2] Im Uebrigen sind die vier Ganglienanlagen des Kopfes ausdrücklich als Complexe zu bezeichnen, da ein jeder derselben in der Folge sich in mehrere Unterabtheilungen scheidet. Von diesen secundären Trennungen lässt sich die Abgliederung des Ganglion ciliare allenfalls noch unter den Begriff einer Segmentation bringen, die übrigen Gliederungen geschehen nicht in einem zur Axe transversalen Sinn.

Zunächst interessirt uns die ursprüngliche Stellung dieser verschiedenen Gebilde zu den Hauptabtheilungen des Gehirns. Dieselbe ist durch nebenstehende Figur, sowie durch die beiden Parallelcolumnen des Textes veranschaulicht:

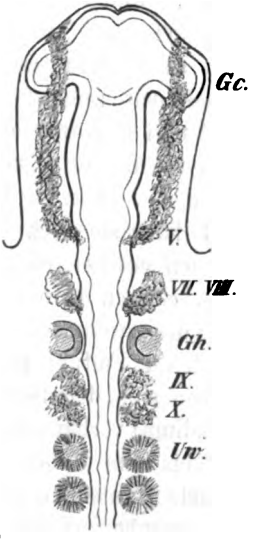


Fig. 2.
Hühnchenkopf mit den Anlagen der Ganglien. Flächenansicht. Die Ganglien sind mit den Ordnungsziffern der bezüglichen Nerven bezeichnet. Der vordere Theil des Trigeminusganglions bildet die Anlage des G. ciliare *Gc.* — *Gh.* Gehörgrube. *Uw.* Urwirbel.

[1] Goette, *Entwickelung der Unke*, S. 106 unterscheidet eine die „Hirnplatte" umgreifende „Sinnesplatte", eine Bildung, die mit der oben erwähnten sich theilweise zu decken scheint.

[2] Nr. 58. S. 108.

[3] A. a. O.

Digitized by Google

Hemisphärenhirn . .	Riechgrube
Augenblase . . .	(Gl. ciliare)
Zwischenhirn . .	
Mittelhirn . . .	Trigeminusganglien
Isthmus	
Hinterhirn . . .	
Nachhirn	Acusticofacialisganglien
	Gehörgrube
	Glossopharyngeusganglien
	Vagusganglien.

Auf frühe Stufen der Bildung zurückverfolgt, zeigte sich sonach die Gliederung laut der thatsächlichen Beobachtung für das Gehirn einerseits und für den Sinnes- und Gangliencomplex andererseits verschieden. Der langen Strecke vom Vorder- bis zum Hinterhirn entspricht der eine Trigeminuscomplex, während anderntheils auf die Länge des Nachhirns die Gehörgrube und die drei getrennten Gangliencomplexe des Acusticofacialis, des Glossopharyngeus und des Vagus kommen. Für die letztgenannten Bildungen sind allerdings gewisse Concessionen zu machen. Die Seitenwand des Nachhirns zeigt Fältelungen, welche frühere Beobachter zwar schon gekannt und theilweise abgebildet hatten, auf welche indessen in neuerer Zeit erst ein besonderes Augenmerk gerichtet worden ist (von Kupffer, Kollmann u. a.). Von früherher kenne ich diese Fältelung schon sehr lange und ich habe sie auch s. Z. abgebildet,[1] ferner habe ich sie an Scyllium-embryonen gesehen in der Zeit, da die Kiemen hervorzusprossen beginnen, und bei einigen besonders gut conservirten menschlichen Embryonen vom Beginn des zweiten Monats habe ich durch die Decke der Rautengrube hindurch die Faltungen der Seitenwand vortrefflich wahrgenommen. Beim Hühnchen sind dieselben schon vor der Umlegung des Kopfes (im VI. bis VII. Stadium) vorhanden, und von der Stelle, wo der Trigeminus dem Gehirn anliegt, bis zum Uebergang ins Rückenmark sind mit Sicherheit vier ausspringende Kanten zu zählen, eine fünfte ist unsicher. Zwei davon fassen die Gehörgrube zwischen sich und diese erscheint in eine förmliche Bucht der Gehirnwand eingelagert. Auch die Ganglien stehen im Allgemeinen

Digitized by Google

der eine Gangliencomplex des Trigeminus der Länge von 6—8 Urwirbeln gleichkommt.

Das Verhältniss zwischen Gehirn- und Ganglieugliederung lässt sich demnach also formuliren: Es gehen die Hauptabtheilungen des Gehirns und die Segmentirung der Ganglienleiste unabhängig neben einander her, dagegen schliesst sich das Gebiet des Nachhirns dem Rumpfe insoweit an, als in ihm vorübergehende Querfalten der Wand auftreten, welche an Zahl und Ausdehnung den Gliedern der Ganglienleiste entsprechen.

Die Gliederung der motorischen Kerne innerhalb des Gehirns entspricht derjenigen der Gangliencomplexe nur in sehr ungenauer Weise. Der Ganglienleiste kommen im Allgemeinen grössere Glieder zu, und es können daher auf einen Gangliencomplex mehrere motorische Kerne fallen. In den Bereich der Trigeminusganglien fallen die motorischen Kerne von Oculomotorius, Trochlearis und Trigeminus, in den des Vagusganglions die motorischen Kerne von Vagus, Accessorius und Hypoglossus. Allein auch Verschränkungen der beiderlei Reihen finden statt: Zwischen den vorderen und den hinteren Kopfganglien bildet die Gehörblase einen scharfen Abschnitt, das Ganglion acusticofaciale liegt vor der letzteren, der motorische Facialiskern dagegen befindet sich der Hauptsache nach innerhalb der Gehörblasenzone, und seine Fasern müssen aus der letzteren hervortreten um sich den Acusticuswurzeln beizugesellen. So erscheint auch der N. abducens, der Lage seines Kernes zufolge, weit mehr denn der N. facialis, als nächster Paarling des N. acusticus.

Die Anatomie unterscheidet nicht allein motorische, sondern auch sensible Nervenkerne. Zur Zeit ist es kaum möglich, dieses Wort mit einem scharfen Begriff zu verbinden, nur soviel ist sicher, dass der Begriff ein anderer sein muss, als bei den motorischen Kernen, indem die sensibeln Fasern ihren wirklichen Kern, d. h. ihre Ursprungsstätte in den Ganglien haben. Vielleicht sind die sogenannten sensibeln Kerne Endstationen in dem Sinne, dass die von den Ganglien kommenden Fasern zwischen deren Zellen, einfach oder verzweigt, auslaufen. Vielleicht auch sind es Stellen, von wo aus Fasern medullaren Ursprunges den Bündeln von Ganglienfasern sich beimengen. Die Mehrzahl der eindringenden Fasern tritt übrigens, sowohl im Rückenmark, als im Gehirn nicht zu naheliegenden Zellen, sondern sie biegen in Längsbündel um, die sie nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder verlassen.

Der Begriff des gemischten Nerven.

Als die Typen von gemischten Nerven pflegen wir die Rückenmarksnerven anzusehen. Die medullaren Wurzeln derselben treten jederseits in

Digitized by Google

einer fortlaufenden Reihe von kleinen Bündeln zur Oberfläche des Markes, und nach ihrem Durchtritt durch die letztere sammeln sich die benachbarten Bündel zu Stämmchen, von denen sich je eines dem zunächst liegenden Ganglion anlagert und weiterhin mit dem aus letzterem hervortretenden peripherischen Stamm vereinigt. Es besteht sonach eine durch das ganze Rumpfgebiet durchgreifende Zusammenordnung von je einer motorischen Wurzel zu einer sensibeln und primär auch das Verhältniss, dass die motorischen Fasern und die sensibeln in derselben Querzone des Rumpfes entstehen, jene in dem Mark, diese in dem zunächst anliegenden Ganglion. Bei Ueberholung des Rückenmarkes durch die länger auswachsende Wirbelsäule verschiebt sich die Reihe der Ganglien zugleich mit der letzteren.

An die im Rumpf vorhandene Regelmässigkeit der Disposition haben wir uns so sehr gewöhnt, dass wir dieselbe als etwas selbstverständliches hinnehmen und uns daher auch schwer mit dem Gedanken zurechtfinden können, dass die Dinge am Kopf anders liegen sollen. Daher das seit so manchem Jahrzehnt bestehende Bestreben der Anatomie, die zusammengehörigen Paare von Gehirnnerven aufzufinden, oder, wie der neuere Ausdruck lautet, die einzelnen Nerven auf ihren segmentalen Werth zu prüfen. Indem nun aber die medullaren und die ganglionären Nerven aus räumlich getrennten Quellen stammen, beanspruchen sie von vornherein eine gewisse gegenseitige Unabhängigkeit. Diese erscheint, wie dies ja auch schon anderweitig hervorgehoben worden ist, als der primäre Zustand. Den primären Zustand bewahren unter den Kopfnerven vorweg der N. olfactorius, der N. trochlearis und der N. abducens, welche Nerven an keiner Stelle ihres Verlaufes mit einem Ganglion in Berührung treten. Was nun aber die übrigen Gehirnnerven betrifft, so bieten dieselben Beispiele für die verschiedensten Grade der Zusammenordnung medullarer mit ganglionären Wurzeln, und so erscheint es vielfach als eine Sache conventioneller Verständigung, inwiefern man zwei sich berührende Nerven als zusammengehörig beschreiben will oder nicht.

Als am meisten dem Typus am Rückenmarksnerven folgend, sieht man bekanntlich den N. trigeminus an. Hier verfolgt man die motorische Wurzel, an dem G. Gasseri vorbei, bis zu ihrer Verbindung mit dem Aste der sensibeln Anlage. Die Verbindung ist indessen nicht nach Art jener innigen

Digitized by Google

rischen Theil des Trigeminus als einen besonderen Hirnnerven auffasst und beschreibt.

Viel umworben ist in neuester Zeit das G. ciliare, seitdem Schwalbe auf sorgfältige vergleichende anatomische Forschungen sich stützend, versucht hat, dasselbe dem Oculomotorius zuzuweisen. Er hat in diesem Unternehmen theils Anhänger, theils Gegner gefunden[1] und in neuester Zeit ist Beard sogar mit der auffallenden Behauptung aufgetreten, dass Alle, die bis dahin von einem Ciliarganglion gesprochen hätten (Remak, Schwalbe, Marshall, Dohrn und ich), dasselbe nicht gekannt, sondern ein vom Mittelhirn stammendes Ganglion dafür genommen hätten, das eigentliche G. ciliare sei sympathischer Natur und entwickele sich später als das mesocephalische. Das Ganglion, welches Remak, ich selber und so manche andere gesehen haben, ist nun aber mit dem altbekannten Ganglion ciliare identisch. Darüber ist, wie mir scheint, nicht zu streiten, und es hängt diese rein thatsächliche Frage nicht im Geringsten damit zusammen, ob man demselben den Werth eines spinalen oder den eines sympathischen Ganglions zuschreiben will.

Das Ganglion ciliare als solches entwickelt sich aus dem Gesammtcomplex der Trigeminusganglien als dessen vorderster, der Augenblase anliegender Theil. Man könnte dasselbe kurzweg als das Stammganglion des R. ophtalmicus bezeichnen, falls sich erweisen liesse, dass die Fasern des letzteren ganz oder doch zum grösseren Theil aus seinen Zellen entstehen. Dies ist indessen beim Menschen sicherlich nicht der Fall, bei welchem die lange Wurzel des Ganglions den Maximalbetrag von Fasern ergiebt, denen das G. ciliare als Ursprungsort zugetheilt werden kann. Der N. oculomotorius kreuzt in seinem Verlauf das Ciliarganglion und er kann mit ihm innigere oder losere Verlöthungen eingehen. Auf diese Verhältnisse ein besonderes Augenmerk gerichtet zu haben, ist das besondere Verdienst Schwalbe's. Die von diesem Forscher beigebrachten Beobachtungen scheinen indessen eine Ablösung des Ciliarganglions vom Trigeminuscomplex nicht zu rechtfertigen. Man kann sich allenfalls darauf berufen, dass das Ciliarganglion als vorderstes Kopfganglion den vordersten motorischen Nerven segmental zuzutheilen sei, allein selbst diese Auffassung lässt sich nicht streng durchführen, denn die Anlage des Ciliarganglions entsteht nicht über dem Mittelhirn, sondern über dem Vorderhirn, während der Oculomotorius eine unzweifelhafte Production des Mittelhirns ist. Es entsteht der Oculomotorius als ein rein motorischer Nerv und als solcher hat er kein angeborenes Recht auf ein Ganglion.

Am schwierigsten lassen sich die Verhältnisse des N. facialis in scharf begriffliche Categorien fassen. Schon die Beziehungen zum N. trigeminus sind vielfach der Art, dass man versucht sein kann, die beiden als Bestand-

Digitized by Google

theile eines zusammengehörigen Paares aufzufassen. Das Ineinandergreifen der beiderseitigen Wurzeln und Bahnen bei den Fischen hat noch Stannius veranlasst, Trigeminus und Facialis unter eine Rubrik zusammen zu ziehen, und die Scheidung der Antheile, die dem einen oder dem anderen Nerven zukommen, beschäftigt die Specialforscher bis in die allerneueste Zeit. Allein, wenn man auch absieht von den Beziehungen zum Trigeminus, so bietet der N. facialis reichlichen Grund zu Zweifeln in seiner Stellung zum Acusticus und zum Wrisberg'schen Nerven. Schon vor 200 Jahren hat Th. Willis erklärt, es sei ebenso gerechtfertigt, den Facialis von dem Acusticus als besonderen Nerven zu trennen, als beide zu gemeinsamem Paar zu vereinigen.[1] Unter den neuesten Autoren finden sich die diametralen Ansichten repraesentirt durch Gegenbaur auf der einen, Beard und Dohrn auf der anderen Seite. Während jener den N. acusticus als den Dorsalast eines Gesammtpaares bezeichnet, sehen Beard sowohl, als Dohrn im Acusticus den Vertreter eines selbstständigen Paares von Segmentalnerven, welchem als letzter Rest einer Kiemenspalte die Gehörgrube zugetheilt sein soll. Letzterer Speculation vermag ich nicht zu folgen, und wenn ich daher in der Frage Partei ergreifen sollte, so würde ich mich unbedingt für die Ansicht von Gegenbaur entscheiden. Der acustico-faciale Ganglienconplex bildet ursprünglich ein Ganzes und er scheidet sich nicht etwa bloss in zwei hinter einander liegende Segmente, in ein Facialis- und ein Acusticusganglion, sondern es entstehen aus ihm vier bis fünf in ihrer Lage eigenthümlich sich verschränkende Theilstücke. Es trennen sich einestheils die intracranialen Wurzelganglien ab, welche die Anatomie theilweise noch als Acusticuskerne (Nucl. acust. inf. von Henle), accessorischer Kern (von Schwalbe) u. s. w. aufzählt, anderntheils aber scheiden sich Ganglion vestibuli, G. geniculi und G. cochleae von einander, von denen das G. geniculi zwischen die beiden Acusticusganglien eingekeilt erscheint. Das dem Facialis besonders zugetheilte Stück kann morphologisch von den beiden Acusticusganglien nicht getrennt werden, so gross auch der physiologische Gegensatz sein mag.

Lassen wir den Acusticus bei Seite und betrachten den Facialis allein so bleibt für diesen Nerven auch beim Menschen immer noch der Charakter

[1] Septima nervorum conjugatio circa auditus sensum occupatur. Hujus paris bini processus, mollis unus, alter autem durior vulgo accensetur, qui revera duo distincti nervi esse videntur utpote qui origines licet propinquas, aliquatenus tamen distinctas

Digitized by Google

eines zweiwurzeligen, insofern der Wrisberg'sche Nerv den Ganglienantheil des Ganzen bildet. Dieser Antheil vermischt sich aber, wie wir oben gehört haben, mit dem motorischen Facialis nicht, er verläuft nur auf eine Strecke weit in derselben Scheide wie dieser, und so erhebt sich wieder die Frage, ob wir ein Recht haben, den Facialis mit Einschluss des Wrisberg'schen Nerven als gemischt zu bezeichnen. Laut dem Gesagten ergiebt die Beobachtung einen medullaren motorischen Facinalisstamm, welcher sich mit einem Complex von Gangliennerven vergesellschaftet, auf kürzere Strecken mit dem N. vestibuli und dem N. cochleae, auf etwas längere mit dem Wrisberg'schen Nerven. Alle über diesen Thatbestand hinausgehenden Angaben beruhen entweder auf sprachlicher Verständigung oder es sind speculative Abstractionen.

Morphologisch der reinlichste Nerv ist der N. glossopharyngeus. Das Vorhandensein von zwei Wurzeln, einer sensibeln und einer motorischen, die gleich beim Austritt der letzteren aus dem Gehirn zusammentreffen, der Durchtritt des Hauptstammes durch ein Ganglion und seine einfache Verbreitungsweise innerhalb des zunächst liegenden Visceralbogens sind lauter Eigenschaften, die man als typisch für einen richtigen Segmentalnerven angesehen hat, und so ist in den Systemen der verflossenen Jahre gerade der N. glossopharyngeus als Musternerv stets vorangestellt und sind die übrigen Kopfnerven nach ihm zurechtgestutzt worden.

Beim Vagus liegen, wie schon oben hervorgehoben wurde, die Verhältnisse wieder verwickelter. Die Hinzuziehung des Accessorius zum Vagus wie sie seiner Zeit Bischoff mit soviel Gründlichkeit verfochten hatte, sie ist von den späteren Anatomen meistens verworfen worden, und man hat vorgezogen, statt von der Bildung eines gemischten Nerven, von blossen Anastomosenbildungen zu reden. Und noch weniger hat man sich dahin einigen können, den N. hypoglossus zu den motorischen Wurzeln des Vagus zu rechnen, obwohl schon die äusserliche Beziehung beider Nerven zu einander manche Anhaltspunkte hierfür gewährt. Der Hypoglossus tritt beim Menschen hinter das Ganglion nodosum, er ist unterhalb desselben mit dem Vagusstamm verlöthet und er tauscht Fasern mit demselben aus. Dazu kommt, dass das Vagusganglion bei seiner Entstehung dem Abschnitte der Medulla oblongata zugetheilt ist, aus welchem die Hypoglossusfasern hervorwachsen. So sehr diese Gründe für eine Zusammenfassung beider Nerven sprechen mögen, so ist doch offenbar die so verschiedenartige Verbreitungsweise derselben dem Gedanken ihrer Verbindung zu einem Paare immer wieder störend entgegengetreten.

Fasse ich meine Folgerungen zusammen, so sind es folgende:

Vermöge ihrer räumlich getrennten Entstehung sind die medullaren und die Gangliennerven ursprünglich von einander unabhängig. Sie ver-

Digitized by Google

mögen, wie dies bei gewissen Kopfnerven der Fall ist, völlig isolirt ihre Endbezirke zu erreichen, oder sie können, wie dies für die Rückenmarksnerven gilt, eine innigere Faservermischung eingehen. Zwischen den beiden Grenzfällen giebt es eine Reihe von Zwischenmöglichkeiten, Aneinanderlagerung auf kürzerer oder längerer Strecke, Durchkreuzung der beiderseitigen Stämme oder partielle Vereinigung ihrer Zweige. Alle diese Möglichkeiten finden sich bei den Kopfnerven verwirklicht und es ergeben sich daraus Schwierigkeiten der Zählung und der Darstellung der Nerven, welche, wie bis dahin, auf dem Wege conventioneller Verständigung zu lösen sind. Unsere heutige Eintheilung der Kopfnerven basirt auf einem Compromiss bei welchem Austrittsweise aus dem Gehirn, Verhalten zu den Ganglien, Durchtritt durch den Schädel, peripherische Verbreitung und physiologische Leistung abwechselnd zur Geltung gebracht sind. Eine tiefer eindringende morphologische Scheidung der Kopfnerven hat die medullaren von den Gangliennerven getrennt zu betrachten und für beide auf die realen Ursprungsgebiete zurückzugreifen.

Ventrale, dorsale und ultradorsale Nervenwurzeln.

Nach dem was früherhin über die Ursprungs- und die Verlaufsweise der motorischen und der ganglionären Wurzelfasern gesagt worden ist, bedarf es kaum einer ausführlichen Erörterung darüber, wie eine ventrale oder eine dorsale Wurzel entsteht. Ventrale Wurzeln sind durchweg motorisch. Dorsale (oder richtiger laterale) Wurzeln können rein sensibel bezw. ganglionär, oder gemischt, oder endlich rein motorisch sein. Rein motorisch sind die Accessoriuswurzeln, gemischt oder correcter ausgedrückt doppelwurzlig sind der N. vagus und der N. glossopharyngeus. Bei diesen letztgenannten Nerven treten die motorischen Wurzelbündel diesseits von der Stelle aus dem Mark hervor, an welcher die Ganglienfasern das letztere erreichen, sie behaupten also gegenüber von den sensibeln Wurzeln stets noch den Charakter von relativ ventralen, ein Verhalten, das schon Joh. Müller hervorgehoben hat. Dasselbe gilt von der Stellung der Portio minor trigemini zur Portio major. Als ultradorsal können wir endlich die Wurzel des N. trochlearis bezeichnen, welche die dorsale Mittellinie überschreitend, das Mark in der gegenüberliegenden Hälfte verlässt.

Balfour hat die Vermuthung ausgesprochen, dass das Vorhandensein gemischter hinterer Wurzeln auch für den Rumpf der phylogenetisch primäre Zustand gewesen sei. Die Unterlage dieser Speculation bildet das angebliche Fehlen ventraler Wurzeln am Rückenmark von Amphioxus, eine

Digitized by Google

Angabe, die sich durch spätere Beobachtungen als fehlerhaft erwiesen hat. v. Wijhe hat Balfour's Speculation dahin modificirt, dass er als primären Zustand den von gemischten dorsalen und von rein motorischen ventralen Wurzeln annahm. Letztere sollten die Stammmusculatur, erstere die parietale Musculatur innerviren.[1]

Geometrische Anatomie des Kopfes.

Von der neuerdings so vielfach in Anspruch genommenen Freiheit zur Construction primitiver Formen erlaube ich mir im Nachfolgenden auch meinerseits einmal Gebrauch zu machen. Ich wünsche nämlich zu untersuchen, welche Varianten sich ergeben, wenn bei einem Körper von dem allgemeinen Querschnitte des Wirbelthierkopfes die Achse gestreckt, oder in verschiedenem Sinn gebogen gedacht wird. So lange die Morphologie über so fundamentale Verhältnisse, wie die Achsenkrümmungen des Kopfes, glatt hinweggeht, ohne deren nothwendige Folgen klar zu stellen, so beraubt sie sich meines Erachtens eines der wichtigsten Schlüssel zum Formverständniss. Eine eingehende Prüfung der aus dem Eintritt von Achsenkrümmungen abzuleitenden Verschiebungen muss dagegen zeigen, welche innere Abhängigkeit zwischen den Gestaltungsvorgängen der verschiedenen Systeme vorhanden ist.

Als Elemente des Kopfquerschnittes nehme ich, abgesehen von der gemeinsamen Hornblattumhüllung, an:

das Medullarrohr,
die Ganglienleiste bez. die Ganglienanlagen,
die Chorda,
das Eingeweide- oder Darmrohr,
die mesodermale Urwirbel- oder Stammzone,
die Bauchplatten- oder Parietalzone.

Innerhalb der letzteren scheiden sich ein mehr dorsal und ein mehr ventral liegender Abschnitt. Im Bereiche des ersteren entstehen die Schlundspalten, im Bereiche des letzteren tritt die Parietal- oder primäre Brusthöhle auf (die Pericardialhöhle der Autoren). Wir theilen somit zweckmässigerweise die Parietalzone obiger Aufzählung ein in:

a) die Bogen- oder Branchialzone,

b) das Parietalhöhlengebiet.[2]

---

[1] S. oben S. 398.

[2] Die beiden Zonen entsprechen dem Wolff'schen und dem Rathke'schen Streifen des Rumpfes.

Digitized by Google

Die Mesoblastplatte der Bogenzone ist bei höheren Wirbelthieren massiv und bildet das von mir sogenannte „Wurzelstück“,[1] dagegen ist sie bei Selachiern gespalten und enthält die von Balfour entdeckten Kopfhöhlen, welche ursprünglich seitliche Verlängerungen der Parietalhöhle sind. Diese letztere ist durch Auseinanderweichen der beiden Mesoblastblätter (der Parietalplatten) entstanden. Balfour nennt die Blätter Somatopleura und Splanchnopleura, und die Bezeichnungen haben weite Verbreitung gewonnen. Gegen die Anwendung besonders der letzteren sind indessen erhebliche Einwendungen zu machen. Die betreffende Platte (welche ich seiner Zeit als „cardiogen“ bezeichnet hatte) bildet nicht nur die Muskelwand des Vorderdarmes und des Herzens, sondern sie ist auch bei Bildung der ventralen Wand der Parietalhöhle betheiligt und ist lateralwärts mit der Somatopleura verbunden. Auch darf sie mit der Splanchnopleura des Bauchraumes nicht als einheitliche Bildung zusammengeworfen werden. Vielleicht schliesse ich mich am nächsten an die Balfour'sche Bezeichnung an, wenn ich sie kurzweg als Cardiopleura bezeichne. Vom Rücken zum Bauch folgen sich in der Mittellinie:

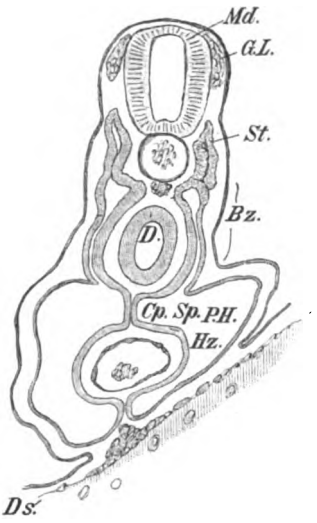


Fig. 3.

Querschnitt durch den Hinterkopf eines Pristiurusembryo. *Md.* Medullarrohr. *Gl.* Ganglienleiste. *St.* Stammzone. *Bz.* Branchialzone. *P. H.* Parietalhöhle. *D.* Darmrohr. *Hz.* Herz. *Ds.* Dottersackendoderm mit unterliegenden parablastischen Zellen. Das Herz zeigt ein dorsales und ein ventrales Mesocardium, von der Cardiopleura *Cp.* gebildet; letztere ist mit der Somatopleura *Sp.* lateralwärts verbunden, gleich wie bei den höheren Wirbelthieren.

I. das Medullarrohr,
II. die Chorda,
III. der Vorderdarm,
IV. das Herz und
V. die Parietalhöhle,

im Seitengebiete:

I* die Ganglienanlagen,
II* die Urwirbelleiste,
III* die Branchialleiste,
IV* die Somatopleura und
V* die Parietalhöhle und VI* der ventrale Abschnitt der Cardiopleura.

Die mediale und die laterale Reihe dieser Systeme entsprechen sich nicht genau, sie können mehr oder weniger gegeneinander verschoben sein,

[1] Nr 58. S. 305.

Digitized by Google

ebenso pflegen die Gebiete von den Ganglienanlagen und der Urwirbelleiste ineinander einzugreifen. Wichtig ist vor Allem der Umstand, dass die Branchialleiste die Seitenwand des Vorderdarmes bilden hilft. Die Aorta ist in obiger Aufzählung nicht mit aufgenommen, sie liegt entweder als doppelte Anlage oder als vereinigtes Rohr ventralwärts von der Chorda.

Bei absolut gestreckter Körperachse würden die Systeme I bis V obiger Liste in gleicher Weise von hinten nach vorn sich erstrecken. Querschnitte durch den Kopf würden genau correspondirende Stellen derselben treffen, und der vordere Querschnitt würde bei voller Ausbildung die Enden sämmtlicher Systeme umfassen. Bei einem solchen Organismus würde der Mund genau in der Verlängerung der Körperachse zu suchen sein, und ebenso würde der Neuroporus, falls vorhanden, nach vorn sich öffnen.

Es existirt weder ein Wirbelthier noch ein Wirbelthierembryo von den angegebenen Eigenschaften, bei allen ist die Körperachse von frühester Zeit ab gebogen. Nach meiner Ueberzeugung vermag ein Geschöpf mit völlig gestreckter Achse keinerlei segmentale Gliederung zu besitzen, weil die Bedingungen der letzteren eben in Biegungsfalten zu suchen sind. In Gedanken können wir uns allerdings auch einen unsegmentirten gestreckten Körper in einzelne hintereinanderliegende, unter sich parallele Scheiben zerlegt denken, deren jede die sämmtlichen eben aufgeführten Systeme umfassen wird. Eine senkrecht zur Achse gelegte Scheibe bezeichne ich kurzweg als Primärscheibe und ich werde an diesen Begriff in der Folge wiederholt anzuknüpfen haben.

Denken wir uns obigen Idealkopf mit seinem freien Ende dorsalwärts gekrümmt, so werden die Primärscheiben nicht mehr parallel zu einander stehen, sondern fächerförmig sich anordnen, und die Oberfläche der letzten Scheibe, die primäre Endfläche, wie ich sie nennen will, wird schräg dorsalwärts geneigt sein. Der Neuroporus wird dorsalwärts sehen, und wenn der Mund als endständige Oeffnung des Darmes zu Stande käme, so würde derselbe vor dem Neuroporus liegen und wie dieser schräg dorsalwärts sich öffnen. Wir kennen einen Organismus, bei welchem sich vorübergehend die Bedingungen obiger Bildung realisirt finden. Es ist dies der Embryo des Amphioxus in der Zeit der ersten Urwirbelbildung. Bei diesem zeigt sich, wie aus beistehender nach Hatschek[1] copirter Figur hervorgeht, das vordere Körperende dorsalwärts umgebogen, das offene Ende des Medullarrohres, das spitze Ende der Chorda dorsalis und das breit aufgetriebene des Vorderdarmes nehmen sämmtlich an der Biegung Theil, und auch der

[1] Nr. 56. Fig. 48. Damit stimmt überein die eine Figur von Kowalevsky. Nr. 57. Taf. XII. Fig. 21.

Digitized by Google

vorderste Urwirbel zeigt eine schräge Abgrenzung und demgemäss eine dreieckige Profilansicht. Am meisten gekrümmt erscheint die Achse des Vorderdarmes und wenn zu der Zeit ein endständiger Mund auftreten würde, so würde derselbe dorsalwärts sehen und vor den Neuroporus zu stehen kommen. Die Frage, ob dereinst ein so beschaffener „Protamphioxus" existirt habe, werde ich nicht weiter discutiren. Dagegen ist es von Interesse zu untersuchen in welcher Weise anstatt eines „Protamphioxus obtusus", wie man ihn nennen müsste der gewöhnliche Amphioxus lanceolatus entsteht.

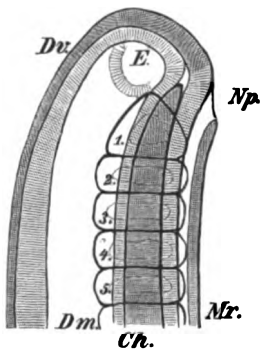


Fig. 4.

Kopfende des Amphioxusembryo nach Hatscheks Fig. 48. *Ch.* Chorda. *Dm.* Darm. *Dv.* Divertikel. *Mr.* Medullarrohr. *Np.* Neuroporus. Die mit *E* bezeichnete Stelle entspricht als Endabschnitt des Darmrohres dem Ort, an welchem bei den cranioten Wirbelthieren der Mund gebildet wird.

Das dorsalwärts gebogene Ende des Darmrohres bildet zwei seitliche Ausbuchtungen oder Divertikel, die den Charakter von Biegungsohren zu haben scheinen. Das Flächenbild des Darmes erinnert zu der Zeit auffallend an dasjenige des Medullarrohres cranioter Wirbelthiere in der Zeit der Abschnürung der Augenblasen.[1] Die seitlichen Ausbuchtungen des Rohres lösen sich als hohle Säcke vom Darmrohre ab und dieses wird hiermit vom vorderen Körperende geschieden. Die weitere Entwickelung ist eine asymmetrische, das rechte Divertikel bleibt im vorderen Körperende liegen, wird dünnwandig und erfährt erhebliche Gestaltveränderungen, während das linke nach rückwärts sich verschiebt, eine Oeffnung nach Aussen erhält und zum sogenannten Flimmerorgan sich entwickelt. Mittlerweile wächst die Chorda frei nach vorn und überragt das Markrohr bald um ein beträchtliches. Das Vorderende des Körpers nimmt infolge dessen eine charakteristisch zugespitzte Form an.[2]

---

[1] Nr. 56. Taf. IV. Fig. 53.

[2] In obiger Darstellung bin ich nur von der empirischen Thatsache ausgegangen, wonach beim Amphioxusembryo das vorderste Ende des Medullarrohres dorsalwärts umgebogen ist. Die Frage, ob dies vordere Ende demjenigen der cranioten Wirbelthiere entspricht, bedarf einer besonderen Erörterung. Vergleicht man obige Figur mit

Digitized by Google

Die sonstigen Vorgänge der Kopfentwickelung bei Amphioxus, die Bildung der ersten Kiemenspalten u. a. m. kann ich hier unerörtert lassen, nur ein Punkt bedarf noch der besonderen Betonung: der Mund bildet sich seitenständig und völlig asymmetrisch, er liegt somit nicht am vordersten Ende des Endodermrohres und lässt sich seiner Stellung nach eher einer Kiemenspalte vergleichen. An der entsprechenden Stelle der anderen Seite bildet sich die sogenannte kolbenförmige Drüse.

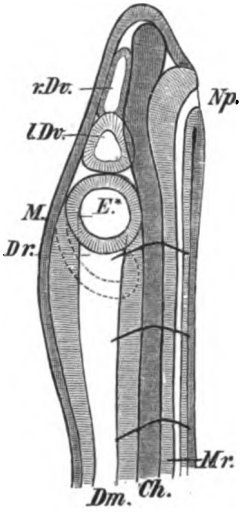


Fig. 5.

Kopfende eines Amphioxusembryo nach Hatschek (Fig. 60). Vom Darmrohr hat sich das vordere Ende in Gestalt zweier asymmetrischer Divertikel (*l. Dv.* u. *r. Dv.*) abgelöst. Von dem nunmehrigen secundären Ende desselben (*E**) scheidet sich die sogenannte kolbenförmige Drüse (*Dr.*) ab, links bildet sich die Mundöffnung. Die Originalfigur von Hatschek, die von der rechten Seite her gezeichnet ist, zeigt die letztere nicht. Ich habe sie in obiger Figur nach Kowalevsky's Figur (24) ergänzt.

Durch die Loslösung des vordersten Darmendes vom Hauptrohr, durch die Asymmetrie einer Reihe von frühen Bildungsvorgängen und durch den eigenthümlichen Ort der Mundbildung entfernt sich der Amphioxus lanceolatus nicht allein von dem idealen „Protamphioxus obtusus“ sondern von dem typischen Verhältnisse des Wirbelthierkörpers überhaupt, denn soweit unsere Kenntnisse reichen, so bildet sich sonst überall das Endstück des Vorderdarmes symmetrisch aus, und der Mund öffnet sich in der Richtung der verlängerten Achse. Der Mund des Amphioxus ist somit nicht dem Munde anderer Wirbelthiere homolog.

Betrachten wir nun die Folgen, welche entstehen müssen, wenn das vordere Ende der Kopfachse ventralwärts herabgebogen ist. Auch hierbei tritt eine fächerförmige Stellung der Primärscheiben ein, diese divergiren nunmehr dorsal- und convergiren ventralwärts. Die Endfläche wird schräg ventralwärts gerichtet, den vordersten Theil der Fläche nimmt das Medullarrohr bezw. dessen Neuroporus ein, dann folgen das Ende der Chorda, das schräge Ende des Vorderdarmes und zuletzt dasjenige der Parietalhöhle. Wir brauchen nicht weit nach Beispielen für diesen Fall zu suchen. Der

---

spricht dies den Verhältnissen cranioter Wirbelthiere und als Consequenz ergiebt sich alsdann die Unmöglichkeit eines freien Hervorwachsens der Chorda.

Digitized by Google

Medianschnitt eines jeden cranioten Wirbelthierembryo's kann auf bestimmter Stufe der Entwickelung als Illustration dienen. Unter den publicirten Abbildungen citire ich den Medianschnitt eines Cyklostomenembryo von A. Dohrn,[1] die Figur von Goette's Unkenwerk,[2] sowie eines Hühnerembryo von mir selber.[3] Auch die beistehende Figur eines Haifischkopfes zeigt die Verhältnisse in einer völlig übersichtlichen Weise.

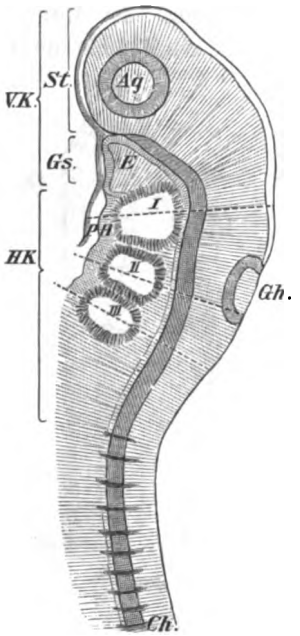


Fig. 6.
Kopfprofil von einem Pristiurusembryo. Vergr. 40. *St.* Stirnwulst. *Ag.* Augenblase. *E.* Endabschnitt des Kopfdarmes. *Gs.* Gesichtstheil bez. Ort der Mundbucht. Zwischen *St.* und *Gs.* die Stelle, von wo aus die Hypophysentasche sich einstülpt. *Ph.* Parietalhöhle nebst Herz. *Gh.* Gehörblase. *I.*, *II.* und *III.* die ersten Anlagen der Schlundtaschen. Die Grenzen der Primärkeile sind punktirt.

Bleiben wir zunächst bei dem einfachsten Falle stehen, dass innerhalb der primären Endfläche keines der vorhandenen Systeme die übrigen überragt oder hinter denselben erheblich zurückbleibt, so ergeben sich folgende fundamentale Beziehungen: Vermöge der Schrägstellung der Endfläche zerfällt der Kopf in einen Abschnitt, welcher das Ende des Medullarrohres, einen solchen, welcher das Ende des Vorderdarmes und einen dritten, welcher die Parietalhöhle umschliesst. Die ersten beiden Abtheilungen sind an ihrer ventralen Fläche frei, ich habe dieselben seiner Zeit als Stirntheil und als Gesichtstheil des Vorderkopfes bezeichnet und dem Hinterkopfe gegenübergestellt.[4] Aus der Schrägstellung der primären Endfläche geht sonach folgende Kopfgliederung hervor:

Vorderkopf { Stirntheil, Endfläche des Medullarrohres,
Gesichtstheil, Endfläche des Vorderdarmes,
Hinterkopf umschliesst die Parietalhöhle.

Die Chorda und das Herz erreichen vermöge ihrer Entstehungsweise

Digitized by Google

derselben aus, die Chorda im vorderen Ende des Gesichtstheiles, das Herz im vorderen Ende des Hinterkopfes. Der gesammte Stirntheil des Vorderkopfes ist somit prächordal.

Bei allen cranioten Wirbelthierembryonen beschreibt die Kopfachse eine wellenförmige Biegung. Auf eine dorsale Einziehung im Gebiete des Hinterkopfes folgt beim Uebergang zum Vorderkopf eine dorsale Erhebung und auf diese ein rascher Abfall des Endabschnittes. Die zur Achse senkrecht geschnittenen Primärscheiben, in die wir uns den Kopf zerlegt denken, werden daher im Allgemeinen Keilform besitzen, vorn mit dorsal, hinten mit ventral gerichteter Basis, und wir können nunmehr den Ausdruck der Primärscheiben durch den der Primärkeile ersetzen. Jeden Primärkeil denken wir uns durch zwei zur Achse senkrechte Flächen begrenzt, ein jeder enthält im Zustande voller Ausbildung die verschiedenen oben erwähnten Systeme: Medullarrohr, Chorda, Darm und Parietalhöhle. Die Zuschärfung der Keile wechselt in den verschiedenen Kopfbezirken mit den Graden der Achsenkrümmung. Vorn, wo die letztere am stärksten ausgesprochen ist, sind auch die Primärkeile am raschesten zugeschärft. Die bei niederen Wirbelthieren frühzeitig auftretende Schichtung der Chordazellen folgt der Richtung der Primärkeile, sie ist stellenweise ventralwärts, stellenweise dorsalwärts convergent.

Die Zerlegung des Kopfes in Primärkeile, deren Grenzflächen senkrecht zur Achse bezw. zur Chorda verlaufen, werde ich im Gegensatz zur anatomischen als Grundgliederung bezeichnen. Die Breite der einzelnen Primärkeile kann vorerst unbestimmt bleiben. Dagegen ist die Richtung der Schnittflächen für eine jede besondere Stelle eine gegebene. Das Princip der Grundgliederung verlangt, dass der Kopf in lauter homodyname Stücke zerlegt werde. Die Schnittflächen, welche dies leisten, werden im Allgemeinen senkrecht zur Achse zu führen sein, und insoweit die Achse gekrümmt verläuft, schliessen je zwei derselben einen keilförmigen Abschnitt ein. Jede andere Theilung des Kopfes als in Primärkeile scheidet ungleichwerthige Stücke voneinander. Es ist nun zu untersuchen, wo und inwieweit bei der factisch eintretenden anatomischen Gliederung des Kopfes die Grundgliederung zu ihrem Rechte kommt.

Die früheste Gliederung erfährt das Gehirn: seine Hauptabtheilungen sind durch Furchen von einander abgesetzt, schon bevor es sich noch zum Rohre geschlossen hat. Die Abhängigkeit der Gliederung des Gehirns von den Biegungen seiner Achse habe ich in früheren Publicationen eingehend erörtert, ich hebe hier nur hervor, dass das Mittelhirn den Ort der dorsalen Erhebung einnimmt, während das Rautenhirn concav eingebogen und das Vorderhirn ventralwärts umgeknickt ist. Die Trennungsfurchen der einzel-

Digitized by Google

nen Abtheilungen verlaufen senkrecht zur Achse d. h. in der Richtung der primären Schnittflächen.

Nächst dem Gehirn erfährt das Herz eine frühe Segmentirung seiner drei Hauptabtheilungen. Bulbus, Ventrikel und Vorhofstheil sind schon vor erfolgtem Schluss des Muskelrohres von einander unterschieden, und auch ihre Trennung führt sich in leicht verständlicher Weise auf die Biegung des Rohres zurück. Bei der Gliederung der Ganglienleiste ist dies nicht möglich. Mit der Gehirngliederung fällt diejenige der Ganglien, wenigstens im Vorderkopf, nicht zusammen, während im Rumpf die Segmentirung der Ganglienleiste sich der temporär auftretenden Segmentirung des Rückenmarks und derjenigen der Urwirbel anschliesst. Andeutungen eines ähnlichen Verhaltens, wie im Rumpfe, finden sich auch im Hinterkopfgebiete jenseits von der Gehörblase.

Die ausgesprochenste Gliederung des Kopfes macht sich mit dem Auftreten der Visceralfurchen geltend. Dieselben erscheinen relativ spät und äussern sich zuerst in Faltungen der Seitenwand des Vorderdarmes. Die Anfangs breit angelegten Falten verschmälern sich, und ihnen begegnen bald von aussenher kommende Ectodermfalten. Die erste echte Visceralfurche scheidet den Unterkiefer- vom zweiten oder Hyoidbogen, ihr schliessen sich die übrigen Furchen der Reihe nach an. Für das Verständniss der Furchen- bezw. der Bogenbildung erscheinen folgende Punkte von Bedeutung:

1. Alle echten Visceralfurchen gehören dem Hinterkopfe an, d. h. demjenigen Kopfgebiete, das ventralwärts die Parietalhöhle umschliesst.

2. Zu der Zeit, da die Visceralfurchen auftreten, ist die entsprechende Strecke des Kopfes ventralwärts concav gebogen, und die Furchen haben die Richtung von Radien des betreffenden Bogens, sie convergiren ventralwärts und divergiren dorsalwärts, ihr dorsales Ende erscheint verbreitert, das ventrale zugeschärft.

3. Die erste Furche verläuft sehr schräg und der Unterkieferbogen pflegt in seinem Wurzeltheil erheblich schmäler zu sein als am freien Ende.

Die eben erwähnten Eigenthümlichkeiten der Visceralfurchen zur Zeit ihres ersten Auftretens sind, soweit ich dies zu übersehen vermag, durchaus allgemein. Sie finden sich ebensowohl bei Selachiern, und bei Knochenfischen, als bei Reptilien, Vögeln und bei Säugethieren bis zum Menschen herauf, am wenigsten klar sind sie bei den Amphibien zu übersehen. Da nun die Visceralfurchen zunächst als radiäre Falten der seitlichen Vorderdarm- und der Kopfwand entstehen, und da ihrer Anfangsrichtung derjenigen primärer Schnittflächen entspricht, so können wir die durch sie voneinander

Digitized by Google

geschiedenen Abtheilungen des Kopfes ohne Weiteres als breite Primärkeile auffassen, deren Scheidung sich allerdings nur in einem Theile ihres Umfangs vollzogen hat. Jeder dieser Keile hat nicht nur sein Stück Gehirn, Chorda und Darm, sondern auch seinen Antheil am Herzen und an der Parietalhöhle, auch kommt jedem ein Aortenbogen zu.

Von den durch durch die Visceralfurchen voneinander abgetrennten Keilen interessirt uns vor Allem der erste. Derselbe umfasst nämlich ausser dem Gebiete des Unterkieferbogens dasjenige des gesammten Vorderkopfes. Denkt man sich einen durch das erste Spaltenpaar gelegten Schnitt dorsalwärts verlängert, so schneidet derselbe das Hinterhirn und er trennt mit annähernder Genauigkeit das Trigeminusgebiet des Kopfes von dem dahinter liegenden Gebiete des Acusticofacialis. Der erste Aortenbogen verläuft nahe an der primären Endfläche bis dahin, wo er neben dem Chordaende in den rückläufigen Stamm umbiegt. Die dorsale Begrenzungslinie des ersten Keiles erstreckt sich vom vorderen Ende des Hinterhirns über dem Mittel- und Zwischenhirn weg bis zur Schlussstelle des Neuroporus. Das ventrale Ende des letzteren fällt in die Vorderwand des Infundibulums, sein dorsales Ende soll nach Goette in die Epiphyse fallen, was mir indessen, gleich v. Mihalkovicz, nicht annehmbar erscheint.[1] Jedenfalls liegt die Schlussstelle in der primären Stirnfläche des Gehirns, und mit dieser beginnt das Gebiet der primären Endfläche des Kopfes. Dasselbe erstreckt sich durch den Oberkiefer- und den Unterkieferrand bis zum vordersten Ende der Parietalhöhle.

Secundäre Verschiebungen und Furchenbildungen am Vorderkopfe. Meine bisherige Darstellung ist von einem Entwickelungszustande ausgegangen, bei welchem innerhalb der primären Endfläche keine weitergehenden Verschiebungen eingetreten sind. Für diesen Zustand, den man als protocranioten bezeichnen könnte, ergiebt uns die Entwickelungsgeschichte Repräsentanten innerhalb der verschiedenen Wirbelthierclassen, und es kommen demselben folgende Eigenschaften zu: Ein Protocraniot läuft an seinem vorderen Ende in eine schräge, ventralwärts gekehrte Fläche aus, an deren seitlicher Begrenzung der dreieckig gestalteten Oberkiefer sowie der Unterkiefer betheiligt sind. Eine Hypophyse existirt nicht, ebensowenig eine Augennasenrinne oder eine Linse. Auch die Grenze von Ober- und Unterkiefer ist nicht von vornherein durch Einschnitte bezeichnet. Es erscheint mit anderen Worten der Vorderkopf noch als ein äusserlich wenig gegliederter Stumpf.

Die [illegible] Gliederung stellt sich dadurch ein, dass sich das Vorder-

Digitized by Google

rechten Winkel mit den hinteren Gehirnabschnitten bildet. Auch dieser Vorgang ist ein durch alle Classen durchgreifender, wir begegnen ihm ebensowohl bei niedrigen als bei höheren Wirbelthieren, wenn auch Grad der Entwickelung und Zeitpunkt des Auftretens innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Indem der Stirntheil des Kopfes als selbstständige Wulst über die übrige Endfläche des Kopfes heraustritt, rückt ein Theil der primären Stirnfläche an die Basis, und hinter derselben bildet sich ein scharfer Einschnitt, der in der Folge mehr und mehr sich vertieft und der den Stirntheil des Kopfes von der Mundbucht und von den beiden Oberkieferstreifen trennt. Der mediale Theil der Furche wird zur Rathke'schen Tasche, die beiden seitlichen Verlängerungen sind die Augennasenrinnen, aus deren Endabschnitt die Linsenanlage hervorgeht.[1]

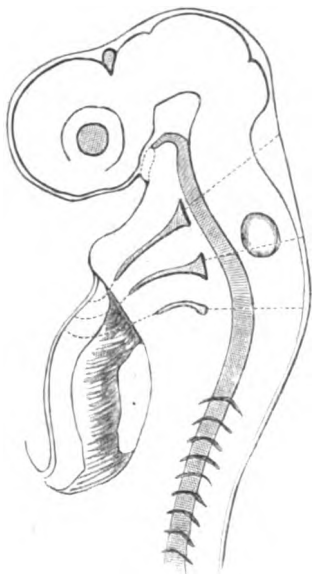


Fig. 7.
Pristiurusembryo mit secundärer Vornüberbiegung des Stirntheiles. Die Rathke'sche Tasche ist punktirt angegeben dieselbe begegnet der hakenförmig gekrümmten Chordaspitze. Die punktirten, durch die Schlundfurchen gelegten Linien bezeichnen die Grenzen der vorderen drei Primärkeile. Die Endfläche bildet nunmehr eine starke gebrochene Linie, deren Winkel in den Grund der Ratke'schen Tasche fällt. Man erkennt leicht, wie eine Restitution dieser Stellung in die von Fig. 6 nur unter bedeutender Verkürzung des Gehirnrohres zu Stande kommen könnte.

Allein auch die hintere Grenze des Oberkiefers setzt sich nunmehr durch eine tiefe Furche vom Unterkiefer ab, der primäre Mund erscheint von da ab als fünfeckige Oeffnung, welche jederseits in zwei Rinnen, die Augennasenrinne und die eigentliche Mundspalte ausläuft.

Noch ist Anfangs der Stirnwulst gleichmässig gerundet, weiterhin werden an ihm die Riechgruben sichtbar und, indem sich die Schädelwand selbstständig über die Gehirnoberfläche hervortreibt, kommt es zur Bildung des

Digitized by Google

keilen, ihre Trennungslinien kreuzen sich mit denjenigen der letzteren und, indem sie von der primären Endfläche ausgehen, scheiden sie den Vorderkopf in Segmente, welche von Hause aus in dorsoventraler Richtung aufeinander gefolgt sind. Die ältere Embryologie fasste den Ober- und den Unterkieferfortsatz als Bestandtheile desselben ersten Visceralbogens zusammen und es ist dies genetisch völlig gerechtfertigt.[1] Der Oberkieferfortsatz, dessen hintere Grenze die erste Visceralspalte unter einem ungefähr rechten Winkel zu schneiden pflegt, ist der dorsale Abschnitt des ersten Visceralbogens, zu dem der Unterkieferfortsatz als ventraler Theil hinzugehört; noch dorsaler als der Oberkieferfortsatz stehen die Stirnfortsätze und die dieselben scheidenden Riechgruben.

Ueber die Begriffe der totalen und der partiellen Homologie.

Die letzten Erörterungen über das Auftreten secundärer Segmentirungsprocesse haben uns an einen Punkt hingeführt, dessen fruchtbare Besprechung nur nach einer vorangegangenen Begriffsverständigung möglich ist. Die vergleichende Anatomie bezeichnet morphologisch gleichwerthige Theile als homolog. Von allgemeiner Homologie spricht Gegenbaur, wenn es sich darum handelt, ein Organ einer Gesammtreihe (einer Organkategorie) einzureihen, von specieller Homologie, wenn zwei Einzelnorgane gleicher Abstammung auf einander bezogen werden. Die Homodynamie stellt eine der Unterabtheilungen der allgemeinen Homologie dar, sie bezieht sich auf „eine allgemeine durch Wiederholung sich äussernde Formerscheinung des Organismus", wobei die den Typus des Organismus bestimmenden Theile in der Längsachse desselben angeordnet sind. Homodyname Theile sind die Metameren. In Betreff der speciellen Homologie unterscheidet Gegenbaur complete und incomplete. Bei der incompleten Homologie handelt es sich darum, dass ein Theil im Vergleich zu einem anderen um gewisse Bestandtheile vermehrt oder vermindert sein kann.[2]

Während der verflossenen beiden Jahrzehnte haben die morphologischen Schulen in einer völlig einseitigen Weise den Satz vertreten, dass alle morphologischen Fragen ausschliesslich auf dem Wege phylogenetischer Betrachtung gelöst werden können. Meine eigenen, in früheren Publicationen unternommenen Bestrebungen, physiologische Principien in die Lehre von der Formbildung einzuführen, haben eine sehr unfreundliche

[1] In dieser Auffassung stimme ich, soweit ich ersehe, mit Gegenbaur wesentlich überein. Nr. I. S. 7.

[2] Ich citire hier nach den *Grundzügen der vergleichenden Anatomie* vom Jahre 1870. S. 79 u. ff.

Digitized by Google

Aufnahme erfahren, und bis in die neueste Zeit hinein ist eine reiche Blumenlese von absprechenden Bemerkungen, sowie von mehr oder minder leidenschaftlichen Ergüssen darob verschwendet worden. Sämmtliche mechanischen Betrachtungen in der Embryologie, so lautet der Ausspruch noch eines der letzten Autoren, sind sinnlos, weil eine jede entwickelungsgeschichtliche Thatsache nur durch die Phylogenese zu erklären ist.[1] Diese und ähnliche Kundgebungen sind aus übelverstandenem Eifer für die Descendenztheorie hervorgegangen. Man hat geglaubt, deren Ansehen dadurch zu kräftigen, dass man alle Bestrebungen, bei denen das Erblichkeitsmotiv nicht in erster Linie steht, als unwissenschaftlich mit Acht und Bann belegte. Darin war man im Unrecht: die Descendenztheorie, über deren umfassende Tragweite doch auch ich mich seiner Zeit deutlich genug ausgesprochen hatte, bedarf der beschränkenden Einseitigkeit nicht, um ihren Werth zur Geltung zu bringen, sie ist stark genug, um selbst die Willkürlichkeiten und Missgriffe ihrer Fanatiker zu überdauern, und so kann sie auch unmöglich Schaden dadurch leiden, dass andere als rein phylogenetische Fragen von der Forschung berücksichtigt werden.

Die physiologische Betrachtungsweise organischer Formbildung stört, wie ich dies vor Jahren in einer gleichfalls sehr ausdrücklichen Weise hervorhob, die phylogenetische Forschung nicht, noch macht sie dieselbe entbehrlich.[2] Beide Forschungsweisen sind darauf angewiesen, friedlich neben einander herzugehen und sich zu ergänzen. Es kann dabei dem individuellen Bedürfnisse eines jeden Forschers anheim gegeben sein, ob er sich mehr für die eine oder die andere Richtung interessiren will. Dem Zoologen und dem Paläontologen, denen es obliegt, eine unermessliche Fülle von Einzelwesen zu ordnen und zu übersehen, liegt naturgemäss die phylogenetische Betrachtungsweise näher. Der Anatom und der Physiologe sind dagegen verpflichtet, ein möglichst tiefes Verständniss des ihnen vorliegenden Körperbaues anzustreben, und sie dürfen daher der Aufgabe physiologischen Formenstudiums sich nicht entziehen. Sie haben zu dem Zwecke der Natur auf dem Wege nachzugehen, den sie vor unseren Augen bei Erzeugung von Individuen einschlägt und zu erforschen, wie in jedem Momente aus einfachen Anfängen und mit einfachen Mitteln die complicirtesten Formen zusammengebaut werden. Auf diesem Wege gewinnt die physiologische Forschung eine unmittelbare Ableitung organischer Formen aus den nächsten Bedingungen, während die mit den Generationen arbeitende phy-

Digitized by Google

in Abrede zu stellen, ist im Grunde nur der Ausdruck eines unklaren Mysticismus. Die Formenbildung erfolgt ja in der organischen Natur nicht nach neuen, völlig unfassbaren Gesetzen. Die Faltungen und Faltenverwerfungen, die Kräuselungen gebogener Platten und ähnlichen Vorgänge, die während der Entwickelung des Individuums unter unseren Augen sich abspielen und von denen zu reden, auch der allerorthodoxeste Dogmatiker nicht unterlassen kann, sie geschehen unter vitalen und mechanischen Bedingungen, deren Erforschung eben eine der Aufgaben der Wissenschaft sein muss. Manche von den Erfahrungen der Geologen über die Folgeerscheinungen von den Faltungen der Erdrinde, lassen sich ohne Weiteres in das embryologische Gebiet herübernehmen und umgekehrt. Die Grundvorgänge bei der Entwickelung organischer Formen können aber auch vor Jahrtausenden keine anderen gewesen sein als heute, und alle die Processe die die Schule unter den Titeln von abgekürzter Vererbung, von Caenogenese u. s. w. aufführt, sie müssen doch mittelst irgend eines realen Mechanismus in's Werk gesetzt worden sein.

Durch das Hereinziehen solcher Principien wird aber auch die Erblichkeitslehre in keiner Weise beeinträchtigt, denn es ist klar, dass die Kette der Bedingungen, welche den Entwickelungslauf eines Individuums regeln, mit den Vorgängen der Zeugung selber anhebt und dass sie sich damit der elterlichen Entwickelung unmittelbar anschliesst. Dieser Anschluss erfolgt nicht derart, dass jeder Einzelvorgang im Erzeugten von einem ähnlichen Vorgang im Leben des Erzeugers bestimmt wird, sondern dadurch, dass im Erzeuger wie im Erzeugten der Lebenslauf durch gleichen Anfang auch gleichen Fortgang gesichert erhält.

Nach meiner Ueberzeugung werden die ernsthaften Forscher auf dem Gebiete der Phylogenese mehr und mehr dahin gelangen, die Vortheile zu erkennen, welche die physiologische Betrachtungsweise auch ihnen gewähren kann, und sie werden die Einsicht gewinnen, wie erst das Zurückgreifen auf die physiologischen Bedingungen der Formbildung den vollen Ueberblick über die möglichen Varianten giebt und wie dasselbe zum Einblick führt in die gesetzmässige Abhängigkeit der verschiedenen Formeigenthümlichkeiten von einander. Wenn es sich z. B. herausstellt, dass die Bildung eines Halses und die Trennung des Herzens vom Kopfe durch die Zusammenkrümmung und Wiederaufrichtung des Vorderkörpers bedingt sind, so ergiebt sich sofort die Nothwendigkeit, dass bei den Thierclassen, bei denen die embryonale Körperkrümmung nicht eintritt, das Herz noch in seiner primitiven Stellung verweilen muss.

Meine früheren Vorschläge zu einer friedlichen Auseinandersetzung physiologischer und phylogenetischer Forschungsweise sind damals vom gegenüberstehenden Lager kurzer Hand abgewiesen worden. Heute stehen

Digitized by Google

vielleicht die Friedensaussichten günstiger, denn die phylogenetische Morphologie hat im verflossenen Jahrzehnt durchaus nicht eitel Erfolge aufzuweisen. Ihr Bestreben, die Begriffe der Homologie und Metamerie auf dem Wege der Formvergleichung zu erfassen und dieselben in der Anatomie des Kopfes streng durchzuführen, ist, wie aus obiger Litteraturübersicht hervorgeht, auf unüberwindliche Schwierigkeiten gestossen. Eine geordnete Vereinbarung in dieser Frage fehlt durchaus, und wir befinden uns einer Reihe von Systemen gegenübergestellt, die sich gegenseitig widersprechen und deren keines ohne Gewaltsamkeiten sich durchführen lässt. Gerade die erfahrensten Forscher mahnen neuerdings am meisten zur Vorsicht und stellen die Aussicht auf eine befriedigende Lösung des Problems in noch weite Ferne.

Ich glaube nun meinerseits, dass Klarheit in Betreff der Homologie und Metamerie dadurch erreichbar ist, dass man sich entschliesst, auf die Grundbedingungen der einzelnen Gliederungsvorgänge zurückzugreifen. Im Sinne physiologischer Formbetrachtung besteht die morphologische Gleichwerthigkeit bestimmter Systeme oder Organe überall da, wo dieselben aus einer gegebenen Anlage unter denselben Bedingungen entstanden sind. Wofern die Formbedingungen nur theilweise dieselben gewesen sind, so besteht die Gleichwerthigkeit nur in beschränktem Sinne, d. h. wir haben es in dem einen Falle mit einer totalen, in dem andern mit einer partiellen Homologie der entstandenen Theile zu thun. Bei jeder besonderen Vergleichung verlangt es die Sicherheit des Verständnisses, dass genau die Grenzen bestimmt werden, innerhalb deren eine Homologie besteht, und solche Grenzbestimmungen zu geben, ist eine der Aufgaben der Entwickelungsgeschichte.

Nach Verlauf der Furchung und Bildung der primären Keimblätter leiten sich die ersten Scheidungsvorgänge des Körpers durch Faltenbildungen ein. Der Embryonalbezirk, zunächst dessen Kopftheil, tritt als schildförmige Erhebung aus seiner Umgebung empor. Furchen von Anfangs flacher Beschaffenheit umsäumen denselben von vorn und von den Seiten her; eine Längsfurche scheidet an ihm rechts und links, und eine quere Einziehung grenzt das Kopf- vom Rumpfgebiet ab. Dann erfolgt am Kopf und am Rumpf eine durchgreifende Trennung in zwei Längszonen,

Digitized by Google

grosser gemeinsamer Anlagebezirke bilden, habe ich seiner Zeit als das Prinzip der durchgehenden Grenzmarken bezeichnet.[1] Alle in einem solchen gemeinsamen Bezirke entstandenen Theile sind sich mit Rücksicht hierauf homolog: das Gehirn und das Rückenmark, die Ganglien, die Gehör- und die Riechgrube, die Urwirbel und die Kopfsomiten u. s. w. Auch da, wo der Rumpf aus zwei Seitenhälften zusammenwächst, wie bei den Knochenfischen und den Selachiern, gilt das Princip der durchgehenden Grenzmarken in voller Ausdehnung.

Die ersten wahrnehmbaren Unterschiede des Kopfes vom Rumpf bestehen darin, dass der erstere vorwiegend convex, der letztere concav gebogen und dass bei jenem die Medullarplatte breit und kräftig, der Stammtheil des Mesoblasten aber nur schwach angelegt ist, dabei sind die Grenzgebiete Anfangs nur unscharf abgesteckt. Ein anderer früh sich kundgebender Unterschied, der wenigstens bei höheren Wirbelthieren leicht constatirbar ist, bezieht sich auf die Bildung der Körperhöhlen. Im Meso-

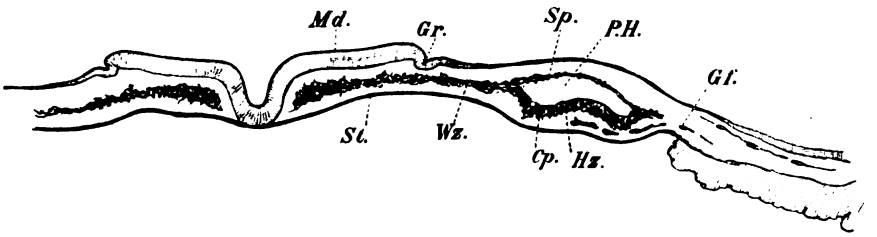


Fig. 8.

Querschnitt durch die Hinterkopfanlage eines Kaninchenkeims. *Md.* Medullarplatte. *Gr.* Ganglien- oder Zwischenrinne. *St.* mesodermaler Stammtheil. *Wz.* ungespaltenes Wurzelstück des Parietaltheiles. *P. H.* Parietalhöhle, lateralwärts geschlossen. *Sp.* Somatopleura. *Cp.* Cardiopleura. *Hz.* Ort der Herzbildung. *Gf.* Gefässblatt.

blasten des Kopfbereiches entsteht eine seitwärts geschlossene Spalte mit dicker ventraler und dünner dorsaler Begrenzung, die Parietalhöhle (oder primäre Brusthöhle). Im Rumpfe vollzieht sich die Flächenspaltung in anderer Weise, und die Spalte, aus der die Bauchhöhle hervorgeht, bleibt seitwärts offen. Dieser Gegensatz in der Höhlenbildung ist ein primärer und er steht in genauer Beziehung zur Entwickelung des Herzens und des Zwerchfells,[2] allein auch er schneidet nicht scharf ab zwischen Kopf und

[1] Nr. 37. S. 46.

[2] Nr. 58. Es ist die Darstellung bei Uskow (Nr. 59) der Art, dass man glauben kann, es handle sich bei der Bildung von Zwerchfell und Septum transversum um eine secundäre Verwachsung der Bauch- und Darmwand, wie denn Uskow auch den Ausdruck „Verwachsungsbrücke" für das Septum transversum vorgeschlagen hat. An

Digitized by Google

Rumpf, da die Parietalhöhle noch auf eine Strecke weit in den letzteren überzugreifen pflegt.

Ganz allmählich tritt nun innerhalb der vorhandenen Längsanlagen die quere Segmentation auf und auch in der Hinsicht besteht ein Gegensatz zwischen Kopf und Rumpf. Im Wesentlichen lässt sich dieser Gegensatz dahin charakterisiren, dass im Rumpf die Segmentation in einheitlicher Weise abläuft, indem je die vorangegangenen Segmentationen die späteren bestimmen, während am Kopfe verschiedene Segmentationen neben einander hergehen, die in nur theilweiser Abhängigkeit von einander stehen und die sich gegenseitig verschränken.

Am Rumpf treten die ersten Zeichen einer Längsgliederung an der sich schliessenden Medullarplatte in Form von den oben (S. 413) besprochenen Kräuselungen auf. In unmittelbarem Anschluss daran erfolgt die Zerklüftung der Urwirbelplatten und in völlig entsprechender Weise auch die Trennung der einzelnen Ganglienanlagen. Es sind somit die ecto- und mesoblastischen Stammgebilde, welche der Segmentation in früher Zeit anheimfallen. Für die Urwirbel und für die Ganglienanlagen kommt es zu einer vollen Trennung der Glieder, beim Medullarrohr deutet sich eine solche nur vorübergehend an. Alle ferneren Gliederungen des Rumpfes sind nachweislich die Folgen von der primären Gliederung der genannten Theile. Die Gliederung der Wirbelsäule ist bedingt durch diejenige der Urwirbel,[1] die Reihenfolge der hervorwachsenden Nervenstämme hängt ab von der Vertheilung der Ganglien, und in Abhängigkeit von der Wirbelgliederung und von den hervorwachsenden Nervenstämmen vollzieht sich die Bildung der Rippen. Die Gliederungsvorgänge schreiten am Rumpf vom Stammgebiete zum Parietalgebiete bez. von der Rücken- zur Bauchzone fort und die der Zeit nach später auftretenden sind bestimmt durch die früher vorhandenen. Alle diese Segmentationen erfolgen ferner im Sinne der Grundgliederung und sie führen zur Bildung wirklicher Metameren.

Am Kopf beginnt der Segmentationsprocess gleichfalls am Medullarrohr und zwar zu einer Zeit, da dieses noch nicht geschlossen ist. Es sind grössere, unter sich ungleiche lange Stücke, in die das Gehirn von Anfang

Kaninchenembryonen kann man sich mit grösster Schärfe davon überzeugen, dass die besondere Bildungsweise der seitlich geschlossenen Parietalhöhle ein primärer Vorgang ist. Die Höhle ist in ihren charakteristischen Eigenthümlichkeiten vorhanden, lange ehe Gefässe auftreten und ehe eine klaffende Bauchhöhle vorhanden ist. Man vergleiche obige Fig. 8, welche für das Kaninchen die Anlagen von Parietalhöhle und Herz auf einer sehr frühen Stufe darstellt. Ich habe nach der histologischen Scheidung seiner Zeit (Nr. 19) die Parietalhöhle, deren Wandungen ringsherum quergestreifte Muskeln liefern, als Spalte innerhalb der animalen, die Bauchhöhle als Spalte zwischen der animalen und der vegetativen Muskelplatte aufgefasst.

[1] Nr. 19. S. 178.

Digitized by Google

an zerfällt. Der Zeit nach später als die Gehirngliederung vollzieht sich diejenige der Ganglienleiste, die Abschnitte derselben stimmen, wie dies oben gezeigt wurde, mit denen des Medullarrohres nicht überein, auch glaube ich, dass die Bedingungen ihrer Trennung in blosen Längsspannungen zu suchen sind, und dass die Ganglientrennung von den Axenkrümmungen des Kopfes in keiner unmittelbaren Abhängigkeit steht. Auch die Abhängigkeit der Gliederung der intracerebralen motorischen Kerne von derjenigen des Gesammtrohres scheint eine nur mittelbare zu sein.

Die Gehirn- und die Ganglienglіederung betreffen das Dorsalgebiet des Kopfes. Die ersten Scheidungen im Ventralgebiet sind die Bildung der drei Herzabtheilungen und diejenige der Visceralbogen. Beide Vorgänge treten ungleichzeitig auf und unabhängig von einander. Der klar vorliegende Grund für die Herz- nnd Visceralbogenscheidung ist die ventrale Biegung der betreffenden Kopfabschnitte, welche nothwendig zur Bildung radiärer Falten führen muss; in Uebereinstimmung damit verlaufen die Trennungsflächen im Sinn von primären Schnittflächen. Auf die Scheidung der Visceralbogen scheinen die zuvor vorhandenen Ganglienanlagen insofern einen Einfluss auszuüben, als sie den Ort der Furchenbildung bestimmen. Die zuerst auftretenden drei Furchen erreichen je die vordere Grenze einer der Ganglienanlagen[1] und, wie die Arbeiten Froriep's und Beard's gezeigt haben, so kommt es zu einer vorübergehenden Verlöthung ihrer Epithelauskleidung mit den betreffenden Ganglien. Demnach correspondiren die vier Gangliencomplexe den durch die Spalten geschiedenen Primärkeilen des Kopfes. Dem ersten derselben ist das Trigeminusganglion zugetheilt, dem zweiten das Acusticofacialisganglion, dem dritten das Glossopharyngeusganglion und den übrigen gemeinsam das Vagusganglion.

Durch die Bildung der Visceralfurchen erfährt der Kopfmesoblast im Branchialtheil seiner Parietalzone die bekannte tiefgreifende Gliederung in einzelne hinter einander liegende Streifen und es bleibt zu untersuchen, wie sich zu dieser die Gliederung der mesoblastischen Stammtheile verhält. Angesichts der noch unabgeschlossenen Erfahrungen möchte ich mich hierüber nur zurückhaltend aussprechen. Mir scheint nämlich, dass wir es mit zwei verschiedenen Gliederungsvorgängen zu thun haben. Die am Grenzgebiete des Hinterkopfes von Froriep und von Andern beschriebenen Abtheilungen haben den Charakter von zwar verkümmerten aber echten Urwirbeln und sie gehen wohl unzweifelhaft aus einem primären Zerfall der Stammzone des Mesoblasten hervor. Dagegen sind die Abtheilungen,

[1] Man vergl. z. B. Nr. 58. Taf. XVIII. Fig. 5 (Kopf des Hühnchens mit Ganglienanlage).

Digitized by Google

welche van Wijhe im vorderen Kopfgebiet von Selachiern als Somiten beschrieben hat, nach dem, was darüber mitgetheilt wird, nicht aus einer primären Scheidung der Stammzone hervorgegangen, sondern sie sind dadurch entstanden, dass die in der Parietalzone begonnene Gliederung von da aus dorsalwärts sich ausgedehnt hat. Verschieden von den echten Urwirbeln entstehen die Kopfsomiten erst spät und ohne Beziehung zur Gliederung des Medullarrohres. Das gesammte Capitel der Kopfsomiten bedarf noch sehr der Ueberarbeitung, bevor wir dasselbe als völlig gesicherten Besitzstand werden betrachten können.

Stellen wir die verschiedenen Gliederungen nach ihrer zeitlichen Reihenfolge nochmals zusammen, so haben wir

am Rumpf die Gliederungen:

1) der Medullarplatte und der Urwirbel,
2) der Ganglienleiste,
3) der Wirbelsäule,
4) der Rippenwand;

am Kopf die Gliederungen:

1) des Gehirns,
2) der Ganglienleiste,
   (und der verkümmerten Urwirbel?),
3) des Herzens,
4) der Visceralbogen,
5) der Kopfsomiten.

Alle diese Gliederungen sind Grundgliederungen im Sinne der früheren Darstellung und sie verdanken ihr Zustandekommen Faltungs- und Zerklüftungsvorgängen, welche senkrecht zur primären Axe verlaufen. Lassen wir bei Betrachtung des Kopfes die Gliederung des Gehirns und diejenige des Herzens wegen ihres selbstständigen Ablaufes ausser Betracht und halten uns nun an diejenige der Ganglien und der Visceralbogen, so sind die Kopfglieder den Rumpfmetameren insofern homolog, als beide den Charakter von Primärkeilen tragen. Hinsichtlich des Zustandekommens besteht aber dem Obigen zufolge keine totale Homologie. Dieselbe besteht auch nicht in Betreff der Elemente des Querschnittes, denn das Herz und die Parietalhöhle sind dem Kopf eigenthümlich und, vom Uebergangsgebiet abgesehen, sind hiefür am Rumpfe keine homologen Bildungen vorhanden, andererseits erscheint das Urnierensystem als eine dem Rumpfe zukommende Bildung.

Die Annahme, dass der Kopf aus Metameren soll hervorgegangen sein, welche dereinst den Rumpfmetameren gleich waren, halte ich für eine Voraus-

Digitized by Google

setzung, für deren Berechtigung die Entwickelungsgeschichte auch der allerniedrigst stehenden Wirbelthiere keine Anhaltspunkte gewährt. Ebenso erscheint es mir unannehmbar, im Bereiche des Kopfes auf vorangegangene und wieder verschwundene Gliederungen da zu schliessen, wo die directe Forschung keine Spur von solchen erkennen lässt. Die Gliederung erscheint ja überall erst als der spätere Zustand, dem als Vorläufer der ungegliederte und daraufhin der unvollkommen gegliederte vorausgegangen sind.

Wie sollen wir nun aber die im Vorderkopfe secundär auftretenden Gliederungen, die Abtrennung des Oberkiefers und der Stirnfortsätze verstehen? Auch hierbei handelt es sich um Bildung keilförmiger Streifen, deren Entstehung auf die concave Krümmung des Kopfes zurückzuführen ist. Insoweit besteht Homologie der praeoralen oder secundären Bogensysteme mit den primitiven Visceralbogen, aber die Homologie ist nur partiell und die also abgetrennten Stücke haben nicht mehr den Charakter von Primärkeilen, sie stehen zu einander in complicirteren Beziehungen und, auf die Primäraxe bezogen, folgen sie sich mehr in dorsoventraler, als in longitudinaler Richtung. Ebenso sind die Mundspalte und die Augennasenrinne den echten Visceralspalten nur partiell homolog, insoweit nämlich, als beiderlei Furchen in der Seitenwand des Kopfes als Folgen der allgemeinen Kopfkrümmung entstanden sind.

Dohrn hat sicherlich Recht, wenn er der eigentlichen Mundspalte, d. h. der Furche zwischen Ober- und Unterkieferfortsatz eine bilaterale Entstehung zuschreibt, und wenn er diese Spalte auch mit der Augennasenrinne bez. mit dem Endabschnitte der Linsengrube in Parallele setzt. Die Vergleichung dieser Furche und der Riechgrube mit den primären Kiemenspalten ist wenigstens bedingungsweise durchführbar. Inwieweit aber Dohrn's Vermuthung richtig ist, dass die verschiedenen praeoralen Spalten einmal physiologisch wirksame Kiemen getragen haben sollen, das vermag ich nicht zu beurtheilen und der Beweis für und wider scheint mir gleich schwer zu führen. Der eine Punkt ist indessen auch hier hervorzuheben: wir dürfen bei noch primitiveren Formen, als die uns bekannt sind, nicht etwa weitergehende Gliederungen des Kopfes voraussetzen, sondern einfachere. Je gestreckter die Kopfaxe bei protocranioten Formen gewesen sein mag, um so weniger Anlass war dem vordersten Primärkeil zur Bildung weiterer Unterabtheilungen gegeben.

Für die sprachliche Verständigung ist es vielleicht zweckmässig, den Bezeichnungen Segment und Metamer etwas verschiedene Bedeutung zu geben. Ich würde vorschlagen, das Wort Metamer nur da zu brauchen, wo es sich um volle Primärkeile handelt, den Ausdruck Segment dagegen in allgemeinerem Sinne für jegliches selbstständig sich ablösende Glied zu

Digitized by Google

brauchen. Bei dem Sprachgebrauch würden die Stirnfortsätze und der Oberkieferfortsatz als Kopfsegmente, nicht aber als Kopfmetameren zu bezeichnen sein.

Die Ausbreitungsweise der Kopfnerven an der Peripherie und der Begriff segmentaler Nerven.

In grösseren Strecken des Rumpfes besteht das einfache Verhältniss, dass ein jeder aus dem Rückenmark oder aus einem Spinalganglion in die Körperwand tretende Nerv innerhalb des zugehörigen Metamerenbezirkes sich ausbreitet. Eine Reihe von neueren Arbeiten sind in der Absicht unternommen worden, zu beweisen, dass auch in Betreff der Kopfnerven ähnliche einfache Regeln gelten, und es ist wohl der Ausdruck einer weit verbreiteten Ueberzeugung, wenn Milnes Marshall als wesentlichen Charakter segmentaler Kopfnerven anführt, dass dieselben rechtwinklig zur Axe aus dem Gehirn hervortreten und dass sie niemals durch mehrere Segmente hindurchzutreten vermögen.[1] Aus derselben Ueberzeugung erklärt sich das Befremden Froriep's bei der Entdeckung, dass „der N. facialis bei Elasmobranchiern durch drei weithinschweifende Aeste sich an der Epidermis dreier, ihm ursprünglich fremder Kopfgliedern ausbreitet.[2]

Es ist nun schon beim Rumpf nicht möglich, das Metamerenprincip streng durchzuführen. Im Gebiete der Extremitäten lässt sich der Nachweis mit Bestimmtheit geben, dass die Nerven wenigstens in der Haut die Metamerenbezirke nicht inne halten. Vollends befolgt das System der Gefäss- und der Eingeweidenerven im gesammten Rumpf einen von der Metamerie unabhängigen Verlauf. Das Centrum sämmtlicher Gefässnerven wird von der Physiologie in die Medulla oblongata verlegt, das Centrum für die Iriserweiterung (C. ciliospinale) in den unteren Theil des Halsmarkes und dergleichen mehr.

Die Anatomie der Kopfnerven bietet manche sehr verlockende Angriffspunkte für die Anwendung der Metamerenlehre. Dahin gehört insbesondere die einem einfachen Schema folgende Anordnung der Kiemenbogennerven bei den Fischen. Allein gerade die Fische zeigen ihrerseits wieder Befunde von Nerven, welche sich von ihren primären Bezirken völlig unabhängig gemacht haben, die Seitenzweige des N. vagus und des N. trigeminus und die Nervenbahnen, welche Stannius unter dem Namen der subvertebralen zusammengefasst hat (Rr. intestinales N. vagi, Nn. palatini und Grenzstrang des N. sympathicus). Auch bei höheren Wirbelthieren ist es unmöglich,

---

[1] Nr. 30. S. 133.
[2] Nr. 35.

Digitized by Google

die Vertheilung der Nerven auf bestimmte Metamerengebiete zu beschränken. Mit schematischen Abstractionen ist auf diesem Gebiete überhaupt nicht viel zu erreichen, und es ist auch hier nöthig, durch concrete Untersuchungen festzustellen, welche Entwickelungsbedingungen die Nerven bestimmen, ihr Metamerengebiet inne zu halten, oder dasselbe zu überschreiten. Als Metamerengebiete des Kopfes fasse ich, laut der Darstellung des vorigen Kapitels die durch echte Visceralfurchen geschiedenen Primärkeile auf, deren vorderster mit der ersten Visceralfurche (der Hyomandibularfurche) abschliesst.

Von entscheidender Bedeutung erscheinen nun folgende, in früheren Abschnitten dieses Aufsatzes erörterte Punkte:

1. Die medullaren und die Ganglien-Nerven entstehen unabhängig von einander und sie folgen im Allgemeinen nicht demselben Princip der Gliederung.

2. Die Ganglieugliederung steht in Uebereinstimmung mit der Metamerenbildung am Kopfe, die Gruppirung der motorischen Wurzelbündel zu bestimmten Einheiten steht mit der Metamerenbildung in keinen directen Beziehungen. Im Allgemeinen werden die motorischen Wurzeln, die aus vorderen Hirnabschnitten kommen, den vorderen Metameren zugetheilt sein und umgekehrt, aber auch dies Princip ist nicht streng festgehalten, Facialis und Hypoglossus durchbrechen dasselbe in entschiedenster Weise.

3. Motorische und sensible Nervenstämme breiten sich in der Richtung ihres jeweiligen Endabschnittes aus, ihr Verlauf ist geradlinig, sofern sie bei ihrem Auswachsen auf keinen Widerstand stossen; er wird gebogen, wenn der dieselben umschliessende Theil eine Umformung erfährt, oder wenn das Ende der Nerven auf ein Hemmniss stösst. In letzterem Falle führt das vorhandene Hemmniss in der Regel auch zu einer Theilung des betreffenden Stammes.

4. Der Zeitfolge nach entwickeln sich die peripherischen Nerven spät. Am Rumpf treten sie später auf als die Urwirbel, am Kopf fällt die Zeit ihrer Bildung zwar nahe an diejenige des Visceralbogen, aber auch da geht die Gliederung des Endgebietes dem Vordringen der Stämme voraus.

An der Hand der eben zusammengestellten Erfahrungen können wir nun der Frage von der metameren Vertheilung der Nerven näher treten. Ich halte mich dabei in erster Linie an mein eigenes Erfahrungsgebiet, den menschlichen Embryo, der auch in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse darbietet, als die Embryonen niederer Wirbelthierclassen.

Digitized by Google

Dem vorderen Kopfmetamer gehören eigentümlich zu: der Complex der Trigeminusganglien und von motorischen Nerven die Nn. oculomotorius, trochlearis und die Portio minor Trigemini; von aussen her treten der N. abducens, die Gesichtsäste des N. facialis und der N. occipitalis magnus in dasselbe ein. Das Metamer zerfällt an seinem facialen Rande in eine Anzahl von Segmenten, in den Unterkiefer- und den Oberkieferfortsatz, sowie in die seitlichen und den mittleren Stirnfortsatz. Nach van Wijhe lösen sich bei Selachiern vom Oberkiefer- und vom Unterkieferfortsatz getrennte Somiten ab. Aus jenen sollen die vom N. oculomotorius innervirten Augenmuskeln, aus diesem der N. obliquus sup. hervorgehen. Der M. rectus externus wird von dem dritten, über dem Hyoidbogen entstehenden Somiten abgeleitet. Die beiden vorderen Augenmuskelnerven bilden zur Zeit ihrer Entstehung nahezu rechte Winkel mit der Gehirnaxe, der N. abducens dagegen verläuft Anfangs fast parallel mit dieser. Alle drei Nerven gehen von ihrer Austrittsstelle aus dem Gehirn in gestreckter Richtung zu ihrem Endgebiet, der N. oculomotorius kreuzt dabei den N. trochlearis, den N. ophtalmicus und den N. abducens. Wenn van Wijhe's Darstellung von der Abstammung der Augenmuskeln richtig ist, so müssen die betreffenden Somiten sehr beträchtliche Verschiebungen erfahren haben, das zweite Somit muss hinter dem ersten vorbeigetreten sein, und das dritte muss längs der Gehirnbasis und medialwärts von den beiden hinteren Trigeminusästen nach vorn sich verschoben haben. Die Möglichkeit solcher weitgehender Verschiebungen lässt sich *a priori* nicht ohne Weiteres in Abrede stellen, eine eingehende Bestätigung ist jedenfalls erwünscht. Vorerst bleibt die eine Thatsache auch bei höheren Wirbelthieren sicher, dass alle drei Augenmuskeln gestreckten Verlaufes und in gekreuzter Richtung an ihr Ziel gelangen.

Die Portio minor Trigemini zeigt ausserhalb des Gehirns eine einfache Verlaufsweise. An der Innenfläche des Ganglions schräg herabtretend, schneidet sie dessen dritten Ast unter einem spitzen Winkel und tritt mit der Hauptmasse ihrer Zweige jenseits von der Kreuzungsstelle in ihr Endgebiet ein.

Der Hauptcomplex der Trigeminusganglien, das G. Gasseri, hat eine dreieckige Grundform, und in dieser Form, sowie in der Mächtigkeit des Ganglions liegen schon die Bedingungen zu einer Divergenz der hervortretenden Faserbahnen enthalten. Die dorsale Spitze des Dreieckes entsendet die centralen Wurzeln, aus der facialwärts gerichteten Basis kommen die drei peripherischen Stämme, von denen der erste und der dritte die vordere

Digitized by Google

der sich durch sein Auslaufen an der Nasenspitze, nach vorangegangenem complicirten Verlauf, als charakteristischer Nerv des mittleren Stirnfortsatzes beurkundet. Allein der Nerv reicht für sein Gebiet nicht vollständig aus, denn der mittlere Theil der Oberlippe, der doch auch von dem mittleren Stirnfortsatz abstammt, muss seine Fasern aus dem zweiten Trigeminusast beziehen. Auch nach einer anderen Richtung hin erweist sich der erste Trigeminusast als ungenügend: indem derselbe, wie dies Gegenbaur sicherlich mit Recht betont, die Bedeutung eines Dorsalastes hat, eine Rolle, die er nur noch mit dem N. auriculo-temporalis und dem schwachen N. zygomaticus theilt, sollte er mit diesen das gesammte Dorsalgebiet des ersten Metamers, d. h. den District bis zum Eingang der Rautengrube bez. beim Menschen die gesammte Rückfläche des Schädels versorgen. Statt dessen reicht er nur bis zur Scheitelhöhle, und die hintere Hälfte des Kopfes bekommt, da auch die hinteren Kopfnerven sich nicht an der Innervation betheiligen, ihre Hautzweige aus den Dorsalästen des zweiten und des dritten Cervikalnerven, d. h. aus einem weit entfernten Metamerengebiete. Das Verhältniss ist somit umgekehrt, als bei den Fischen, bei denen der N. trigeminus seine Dorsalzweige bis weit nach dem Rumpf hin entsendet.

Ueber dem zweiten Kopfmetamer entwickelt sich in bekannter Weise der Complex der Acusticofacialisganglien. Durch diese tritt der motorische Facialis hindurch, um, zunächst gleichfalls getreckten Verlaufes, in den Hyoidbogen einzutreten. Mit der starken Rückwärtsbiegung, welche dieser Bogen erfährt, ändert auch der N. facialis seine Richtung, sein zuvor ventralwärts gerichtetes Ende sieht nunmehr nach vorn, und die Hauptmasse der Zweige schlägt die Richtung nach dem ersten Kopfmetamer ein. Soweit ist das Verhältniss ein rein thatsächliches, nun wird aber von Gegenbaur, von Ruge und von Rabl[1] das Princip vertreten, dass der Uebergang des N. facialis in das davorliegende Metamerensystem nur scheinbar ist, der N. facialis bleibt seinem Bogen, wie Rabl sich ausdrückt, mit „peinlicher Gewissenhaftigkeit“ treu. Derselbe ist nämlich der Nerv des Platysma, dieses kommt aber im Bereich des Hyoidbogens zur Entwickelung, wächst von hier aus ins Gesicht vor, liefert die mimische Musculatur mit Inbegriff des M. epicranius, und indem er in's Gesicht wandert, nimmt derselbe seinen Nerv mit. Als Hauptstütze dieser Auffassung gilt die sorgfältige und mit ausserordentlich schönen Tafeln

Digitized by Google

Muskeln durch allmähliches Verlagern vom Visceralsystem aus und durch eine successive Wanderung in ihre Lage gerückt sind. Das auf dem Wege der anatomischen Vergleichung gewonnene Hauptergebniss von Ruge lässt sich dahin zusammenfassen, dass die verschiedenen vom N. facialis innervirten Gesichtsmuskeln auf zwei grosse plattenförmige Systeme zurückführbar sind, dasjenige des Platysma und das tiefere des Sphincter colli, und dass bei Thieren mit einfacherer Muskelanlage die Anastomosen zwischen Facialis und Trigeminus fehlen. Bestandtheile des Platysmasystems reichen bis zum Scheitel herauf, ja es kann dieser, wie die Figuren von Avahis zeigen, von Muskelplatten völlig überlagert sein.[1] Zum tiefen System der Gesichtsmuskeln gehören der M. orbicularis oris und der Buccinnatorius, eine gemeinsame Anlage der beiden Systeme ist zwar aus der gemeinsamen Innervation zu erschliessen, indessen findet sich schon bei den Beutlern kein Muskelzusammenhang mehr.

Der Beweis von der Existenz der beiden von Ruge aufgestellten Systeme ist wohl unanfechtbar, allein davon völlig unabhängig ist die Frage, ob der Gesichtstheil dieser Systeme in der That vom Hyoidbogen aus vorgerückt ist oder ob er an Ort und Stelle sich gebildet hat. In den langen Rückenmuskeln und in den Muskeln des Bauches haben wir Beispiele von einheitlichen Systemen, deren ursprüngliche Zusammensetzung aus getrennten Gliedern nicht bezweifelt werden kann. Das Einheitliche ist in diesen Fällen die Formanlage bez. die Bedingung, welche die Form bestimmt, und nicht die Substanzlage. So ist es sicherlich schwer verständlich, wie der M. orbicularis oris aus dem Hyoidbogen herkommen soll und geradezu undenkbar erscheint mir die Ableitung bei dem M. buccinatorius, welcher doch mit dem Buccopharyngeus ein gemeinsames System bildet, und welcher auch mit der Mundhöhlenschleimhaut innig verlöthet ist.

Rabl führt in seinem Aufsatze an, dass bei menschlichen Embryonen von 22^{mm} Gesammtlänge die Platysmafasern innerhalb des Hyoidbogens entwickelt sind, während die mimische Gesichtsmuskulatur noch nicht sichtbar ist. Einen Beweis des Hervorgehens der letzteren aus dem Hyoidbogen kann man daraus nicht entnehmen und noch weniger kann man die Beobachtung zu Gunsten der Mitnahme des Nerven durch die wandernden Muskeln geltend machen, denn bei Embryonen der angegebenen Entwickelungsstufe sind die Zweige des N. facialis schon weit über das Hyoidgebiet hinausgewachsen.

In Betreff des facialen Gangliennerven bedarf es, im Hinblick auf das Verhalten der Chorda bei höheren Wirbelthieren und der von Frazier

Digitized by Google

weiteren Beweises dafür, dass derselbe sein primäres Metamerengebiet verlässt, um tief in das davorliegende einzudringen. Das Vordringen der Chorda durch die Verschlussmembran der ersten Visceralspalte geschieht langsam, bei einem menschlichen Embryo von 6·9 mm finde ich noch keine Spur derselben, bei einem solchen von 10·9 mm einen nur kurzen Stumpf.

Der N. glossopharyngeus versorgt im Allgemeinen das Gebiet des ihm zunächst liegenden dritten Metamers, allein er überschreitet dasselbe nach vorn. Er innervirt nicht allein die eigentliche Zungenwurzel, die zum grossen Theil dem zweiten Visceralbogen entstammt, sondern er begiebt sich zu den Papillae vallatae und foliatae, deren Ursprung noch jenseits vom zweiten Metamer fällt.

Was nun den N. vagus betrifft, so besagt der Name, wie auffallend schon den alten Anatomen der das Ursprungsgebiet auf weite Entfernung verlassende Verlauf gewesen ist, und ich finde bei keinem der neueren Autoren eine Erklärung dieser Eigentümlichkeit. Ich hatte früher geglaubt, dass die ursprüngliche Lage des Herzens am Kopf den Grund derselben enthalte, und dass das Herz bei seiner Umlagerung den Nerven mit sich nehme. Allein das ist für den Hauptstamm nicht der Fall, höchstens kann es für die Halsäste gelten. Von der Zeit ab, da der N. vagus auftritt, erfährt das Herz keine grössere Verschiebung und der Stamm des Nerven tritt von Anfang ab in völlig gestrecktem Verlauf hinter den letzten Visceralbogen vorbei in den Rumpf hinein, indem er jenen gesonderte Aeste abgiebt. Als Ast des vierten Visceralbogens erscheint der N. laryngeus superior, als Ast des nur an der Pharynxfläche auftretenden fünften Bogens der N. laryngeus inferior. Nach Gegenbaur's Vorgang nehmen die meisten Morphologen an, dass das Vagusganglion einmal aus ebenso vielen Gliedern bestanden habe, als es Kiemenbogenäste abgiebt. Das scheint mir deshalb unwahrscheinlich, weil meines Erachtens ohne stricten Nachweis ein gegliederter Zustand überhaupt nicht als Vorläufer eines ungegliederten angenommen werden darf. Auch weist die ganze Anlage des Nerven nicht auf das Vorhandensein von solchen Gliedern hin, welche einmal zur Gehirnaxe senkrecht gestanden haben. Die Stellung des Ganglions ist von früher Zeit ab eine schräge, und seiner Längsrichtung entspricht die Hauptrichtung der in ihnen sich entwickelnden Fasern. Dabei erachte ich als wichtig für das Zustandekommen der Kiemenbogenäste, dass das Ganglion der hinteren

Digitized by Google

liche Kopfgebiet verlässt um am unteren Ende des Sinus praecervicalis in seine beiden Hauptäste, den R. lingualis und den R. descendens zu zerfallen. Beide Aeste verbreiten sich völlig unabhängig von Metamerengebieten, indem der eine die des Kopfes, der andere die des Halses kreuzt. Den N. hypoglossus für einen Rumpfnerven zu erklären, halte ich laut meiner früheren Darlegung für eine Willkürlichkeit, und als nicht minder willkürlich erscheint mir die Behauptung, dass die Zunge ihre Muskulatur dem Rumpfe entlehne.

Fassen wir wiederum die Hauptergebnisse zusammen, so ist es sicher, dass die meisten Kopfnerven ihre Hauptverbreitungsgebiete in dem zunächst liegenden Metamerenbezirke finden, allein Verbreitungsgebiet und Metamerenbezirk decken sich im Allgemeinen nicht. Bald sind jene ausgedehnter, bald beschränkter, als diese, bald verschieben sich auch beiderlei Gebiete gegen einander. Einzelne Nerven, wie die Nn. accessorius und hypoglossus halten sich überhaupt an keine Metamerengebiete. Alle diese Verhältnisse und zahlreiche derselben Art bleiben so lange befremdend, als man von der Voraussetzung einer geheimnissvollen inneren Beziehung zwischen den Metameren und ihren Nerven ausgeht. Fasst man dagegen die Dinge von der entwickelungsgeschichtlichen Seite, so erscheinen sie so natürlich als möglich. Natürlich erscheint es, dass ein Nerv überall da in ein Metamerengebiet hereinwächst, wo dieses in der unmittelbaren Verlängerung seiner Wachsthumsbahn liegt, und dass er dieses überschreitet, wo sein auswachsender Stumpf dessen Grenzen erreicht. Erstere Bedingung wird im Allgemeinen um so genauer erfüllt, je mehr der sich entwickelnde Nerv die Richtung einer Primärebene innehält. Wo dies dagegen, wie beim N. vagus, nicht der Fall ist, da treten auch andere Ausbreitungsbedingungen ein, ebenso sind alle jene Ablenkungen von Nerven in fremde Metamerenbezirke leicht verständlich, die auch einer secundären Umlagerung der auswachsenden Nervenstümpfe hervorgegangen sind.

Der Metamerenbegriff vermag eine wichtige Handhabe zum Verständniss organischer Formen zu sein, wenn wir ihn auf die Entwickelungsbedingungen der Theile zurückführen. Fassen wir aber denselben als starres Schema auf, so wird er zum wissenschaftlichen Hemmschuh, welcher die freie Bewegung der Forschung stört und diese nur allzu leicht in falsche

Digitized by Google

Litteratur.

1) C. Gegenbaur, Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfsceletts. *Morphologische Jahrbücher.* XIII. S. 1.

2) S. Thomas Sömering, *De Basi encephali et originibus nervorum cranio egredientium.* Göttingen 1778.

3) Joh. Fried. Meckel, *Handbuch der menschlichen Anatomie.* Halle und Berlin 1817.

4) Fr. Arnold, *Kopftheil des vegetativen Nervensystems.* Heidelberg 1831.

5) Derselbe, *Icones nervorum capitis.* 1. Aufl. Heidelberg 1834.

6) Derselbe *Handbuch der Anatomie des Menschen.* Freiburg i. B. 1851.

7) L. W. Th. Bischoff, Nervi accessorii Willisii Anatomia et Physiologia. Darmstadt 1832.

8) Johannes Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. *Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin.* 1840.

9) Derselbe, *Physiologie des Menschen.* 4. Aufl. Berlin 1844.

10) Volkmann, Artikel Nervenphysiologie in Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie.* Bd. II.

11) H. Stannius, *Das peripherische Nervensystem der Fische.* Rostock 1849.

12) Cl. Bernard, *Leçons sur la Physiologie du Système nerveux.* Paris 1858.

13) Holl, Ueber den N. accessorius Willisii. *Dies Archiv* 1878.

14) G. Schwalbe, *Lehrbuch der Neurologie.* Erlangen 1881.

15) C. Gegenbaur, Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. *Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft.* Bd. VI. 1871.

16) Derselbe, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere.* Hft. III. Leipzig 1872.

17) R. Remak, *Untersuchungen über ein selbständiges Darmnervensystem.* Berlin 1847.

18) Derselbe, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1855.

19) His, *Untersuchungen über die Entwickelung des Wirbelthierleibes, die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei.* Leipzig 1868.

20) Derselbe, Ueber die Anfänge des peripherischen Nervensystems. *Dies Archiv* 1879.

21) Balfour, On the development of spinal Nerves in Elasmobranch Fishes. *Philos. Transactions of R. S. London.* Dec. 1875.

22) Derselbe, *Handbuch der vergleichenden Embryologie*, übersetzt von Vetter. Jena 1881.

Digitized by Google

23) Derselbe, Works of M. F. Balfour. *Memorial Edition.* London 1885.

24) Max Sagemehl, *Untersuchungen über die Entwickelung der Spinalnerven.* Inauguraldissertation. Dorpat 1882.

25) A. M. Marshall. On the early stages of development of the nerves in Birds. *Journal of Anatomy and Physiology.* Vol XI. 1877. S. 89.

26) Derselbe, The cranial nerves in the Chick. *Quart. Journal of micr. Science* Vol. XVII. 1878.

27) Derselbe, The Morphology of the vertebrate olfactory organ. *Quarterly Journal of Micr. Sciences.* Vol. XIX. 1879.

28) Derselbe, On the head cavities and associated nerves in Elasmobranchs. *Ebenda.* Vol. XXI. 1881.

29) Marshall and Spencer, The cranial nerves of Scyllium. *Studies from the biological laboratories of the Owens College Manchester.* 1886. p. 87.

30) A. M. Marshall, The segmental value of the cranial nerves. *Ebenda.* p. 125.

31) Balfour, *Monograph on the development of Elasmobranch Fishes.* London 1878.

32) van Wijhe, *Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes.* Amsterdam 1882.

33) A. Froriep, Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. *Dies Archiv.* 1882. S. 280.

34) Derselbe, Ueber Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus, über die genetische Stellung des Vagus zum Hypoglossus und über die Herkunft der Zungenmusculatur. *Ebenda.* 1885. S. 1.

35) Derselbe, Ueber das Homologon der Chorda tympani bei niederen Wirbelthieren. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. Nr. 15.

36) W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* Leipzig 1880—85.

37) Derselbe, *Briefe über unsere Körperform.* Leipzig 1875.

38) John Beard, The System of branchial sense organs and their associated Ganglia in Ichtyopsida. *Quarterly Journal of Micr. Science.* Vol. XXV. Nov. 1885.

39) Ahlborn, Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XXXIX. S. 191.

40) Derselbe, Ueber den Ursprung und Austritt der Hirnnerven von Petromyzon.

41) Derselbe, Ueber die Segmentation des Wirbelthierkörpers. *Ebenda.* Bd. XL.

42) R. Wiedersheim, Das Gehirn von Ammocoetes und Petromyzon Planeri u. s. w. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft.* Bd. XIV.

43) A, Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers, Nr. I—XII in den *Mittheilungen der zoologischen Station zu Neapel.* Bd. III—VII.

44) B. Vetter, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermusculatur der Fische. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft.* Bd. VIII und Bd. XII.

45) M. Duval, Formation du blastoderme. *Annales des Sciences nat. Zool.* 1884. Bd. XVIII.

46) Rabl. Zur Bildungsgeschichte des Halses. *Prager medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 52.

47) Derselbe, Ueber das Gebiet des N. facialis. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. S. 219.

48) Hermann's *Handbuch der Physiologie.* Artikel von Aubert. Bd. IV.

49) Ed. Schulte, Die Beziehungen der Chorda tympani zur Geschmacksperception. Knapp und Moos, *Zeitschrift für Ohrenheilkunde.* Bd. XV.

Digitized by Google

50) Sapolini, Etudes anat. sur le nerf de Wrisberg et la corde du Tympan ou un treizième nerf cranien. *Extrait du Journal de Médecine de Bruxelles.* 1884.

51) Lüderitz, *Dies Archiv.* 1881.

52) Stilling, *Ueber die Textur der Medulla oblongata.* Erlangen 1843 und *Ueber den Bau des Hirnknotens oder der Varolsbrücke.* Jena 1846.

53) Schroeder v. d. Kolk, *Die Medulla spinalis und oblongata.* Uebersetzt von Theile. Braunschweig 1859.

54) Deiters, *Untersuchungen über das Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere.* Braunschweig 1865.

55) Th. Willis, *Cerebri anatome cui accedit nervorum descriptio et usus.* London 1664.

56) Hatschek, *Studien über Entwickelung des Amphioxus.* Wien 1881.

57) Kowalevsky, Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. *Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg.* VII. Série. t. XI. Nr. 4.

58) His, Mittheilung zur Embryologie der Säugethiere. *Dies Archiv.* 1881. S. 304.

59) Uskow, Ueber die Entwickelung des Zwerchfells u. s. w. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXII. S. 143.

60) Ruge, Ueber die Gesichtsmuskeln der Halbaffen. *Morphologische Jahrbücher.* Bd. XI. S. 243.

61. Rabl, Ueber das Gebiet des N. facialis. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. S. 219.

62) Onody, Ueber die Entwickelung des sympathischen Nervensystems. *Archiv für mikr. Anat.* Bd. XXVI.

63) Goette, *Entwickelungsgeschichte der Unke.* Leipzig 1874.

64) W. Müller, Ueber die Stammesentwickelung des Sehorgans der Wirbelthiere. *Festschrift für C. Ludwig.* 1875.

65) v. Mihalkowics, Ueber den Kamm des Vogelauges. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1873. Bd. IX.

66) Derselbe, *Entwickelungsgeschichte des Gehirns.* Leipzig 1877.

67) Schwalbe, Das Ganglion oculomotorii. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften.* Bd. XIII.

68) Beard, The ciliary or motoroculi Ganglion etc. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. Nr. 18 und 19.

Digitized by Google

Taf. I.

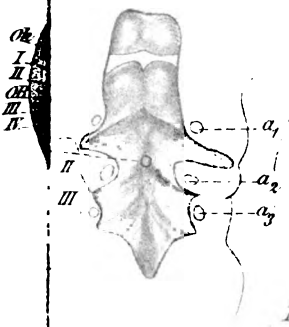
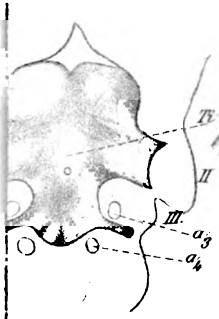


Fig. 12.



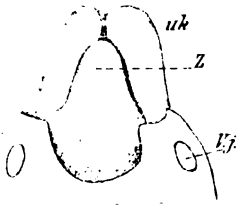


Fig. 13.

Fig. 14.

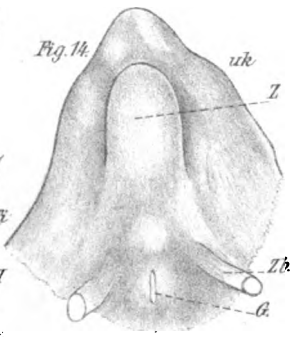
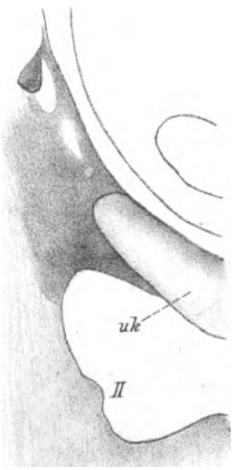


Fig. 6.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 15.

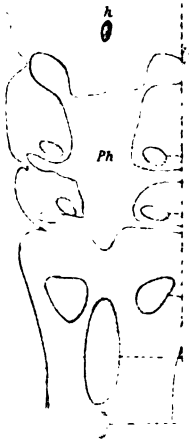


Fig. 19.

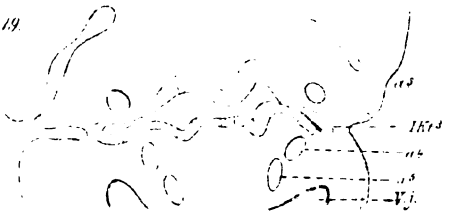


Fig. 24.

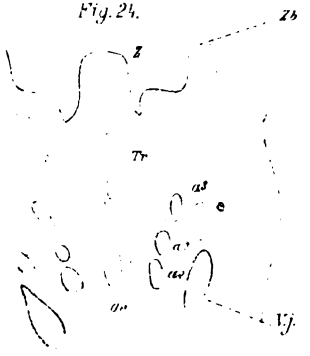


Fig. 20.

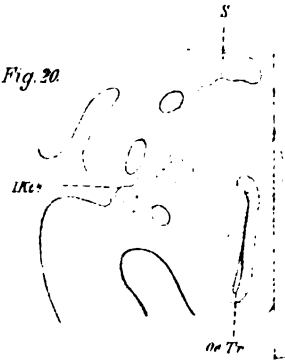


Fig 29

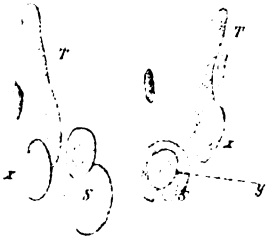


Fig 25.

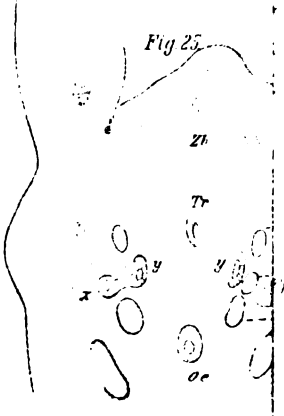
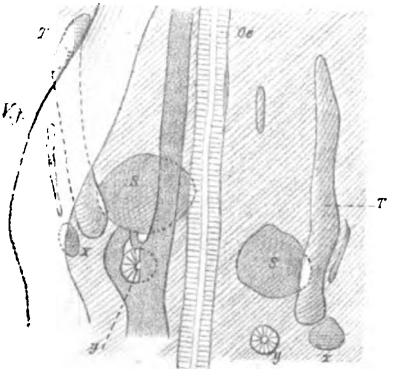


Fig 31



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 33.

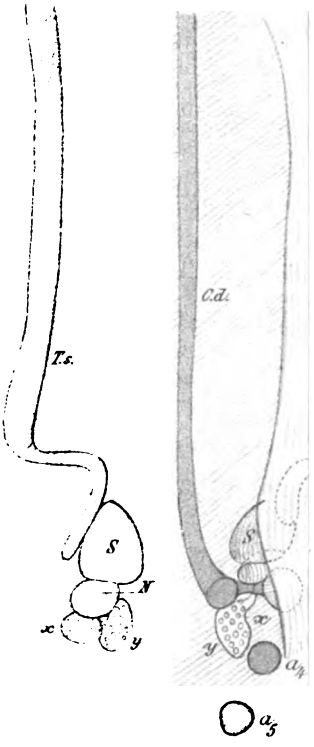
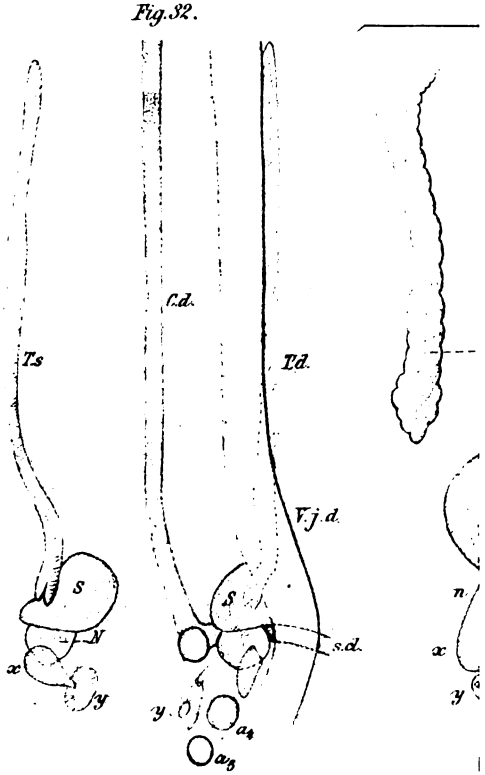


Fig. 32.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

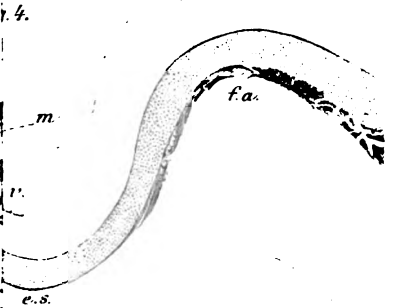


Fig. 7.

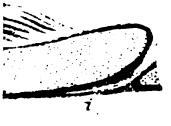
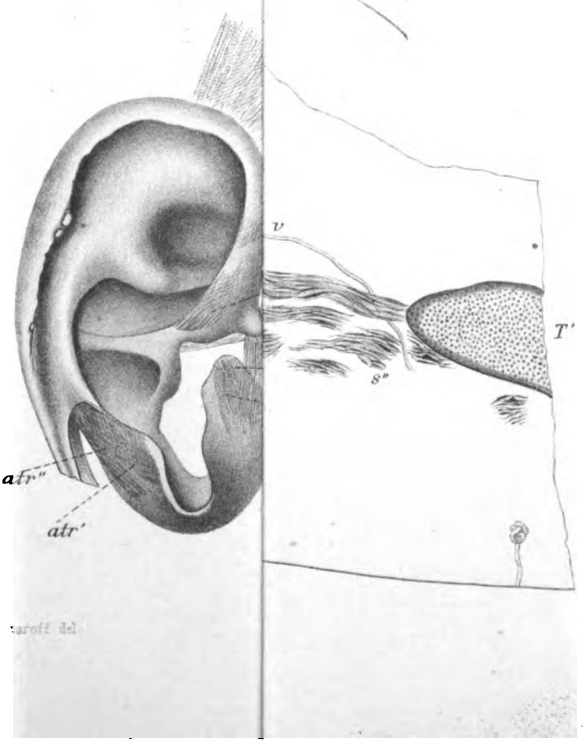


Fig. 2.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 8.

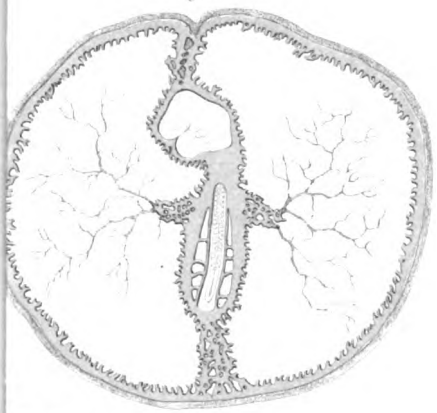


Fig. 11.

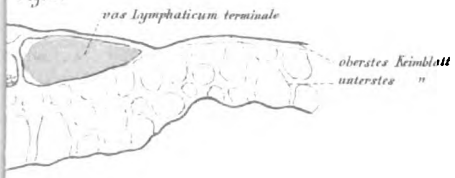


Fig. 12.

Fig. 15.

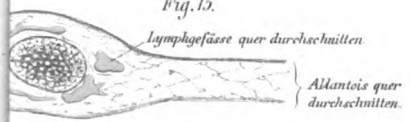
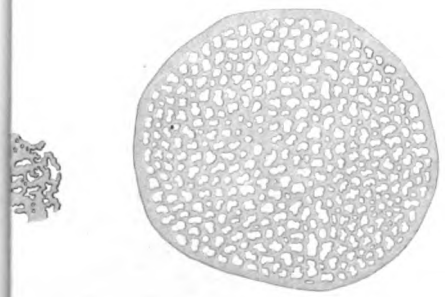


Fig. 16.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

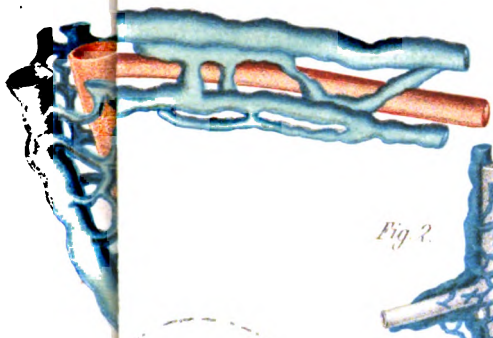
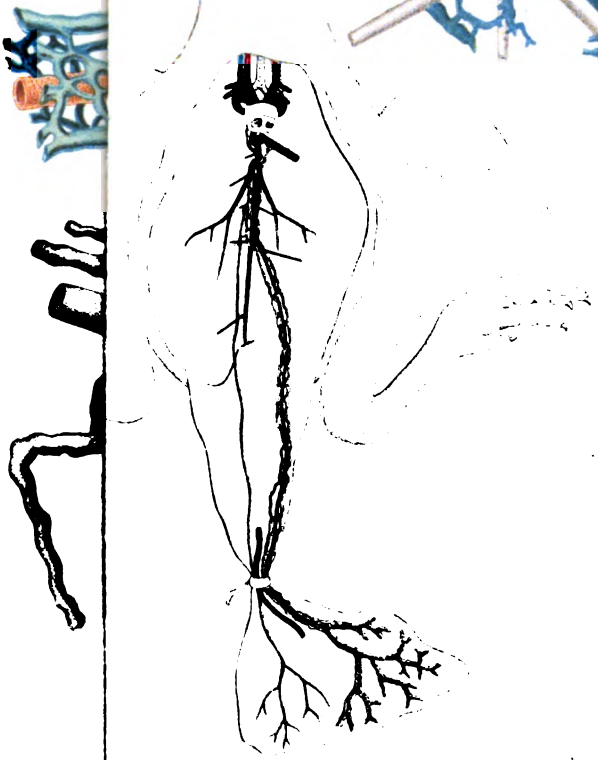


Fig. 2.

Fig. 1.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

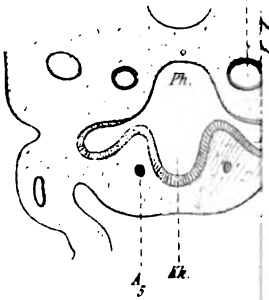


Fig. 8.

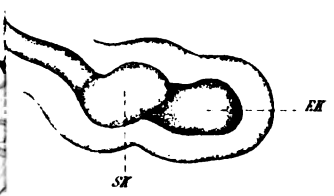


Fig. 11.

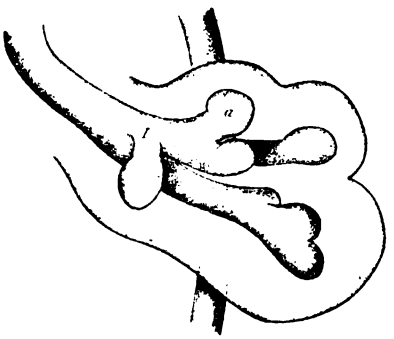


Fig. 3.

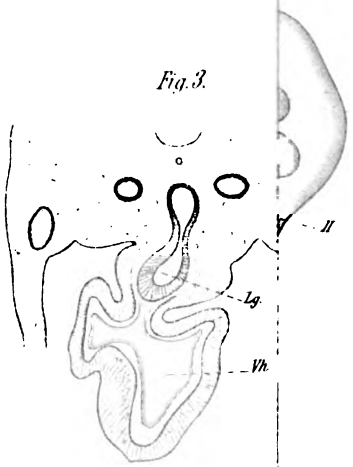
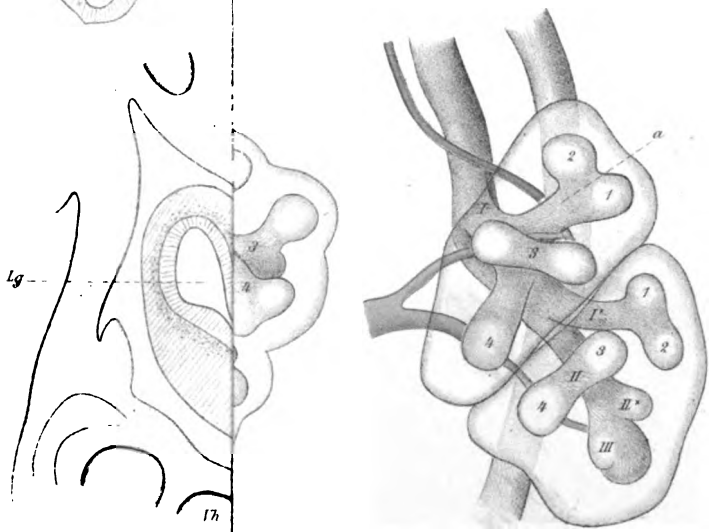


Fig. 17.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 21.

Fig. 12.

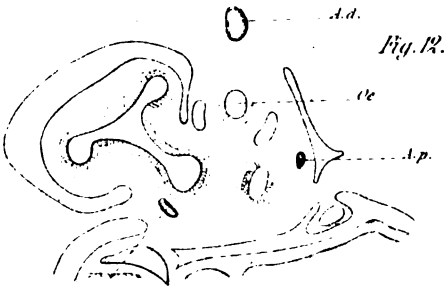


Fig. 13.

Fig. 14.

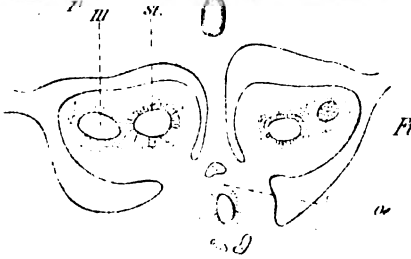
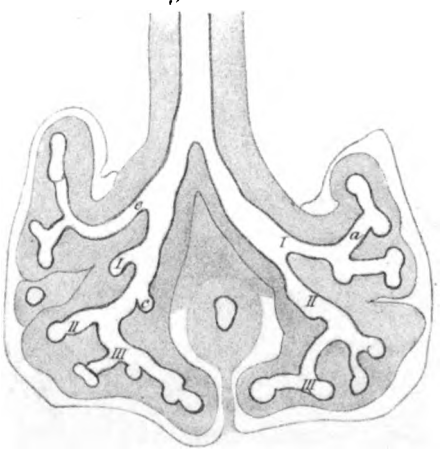


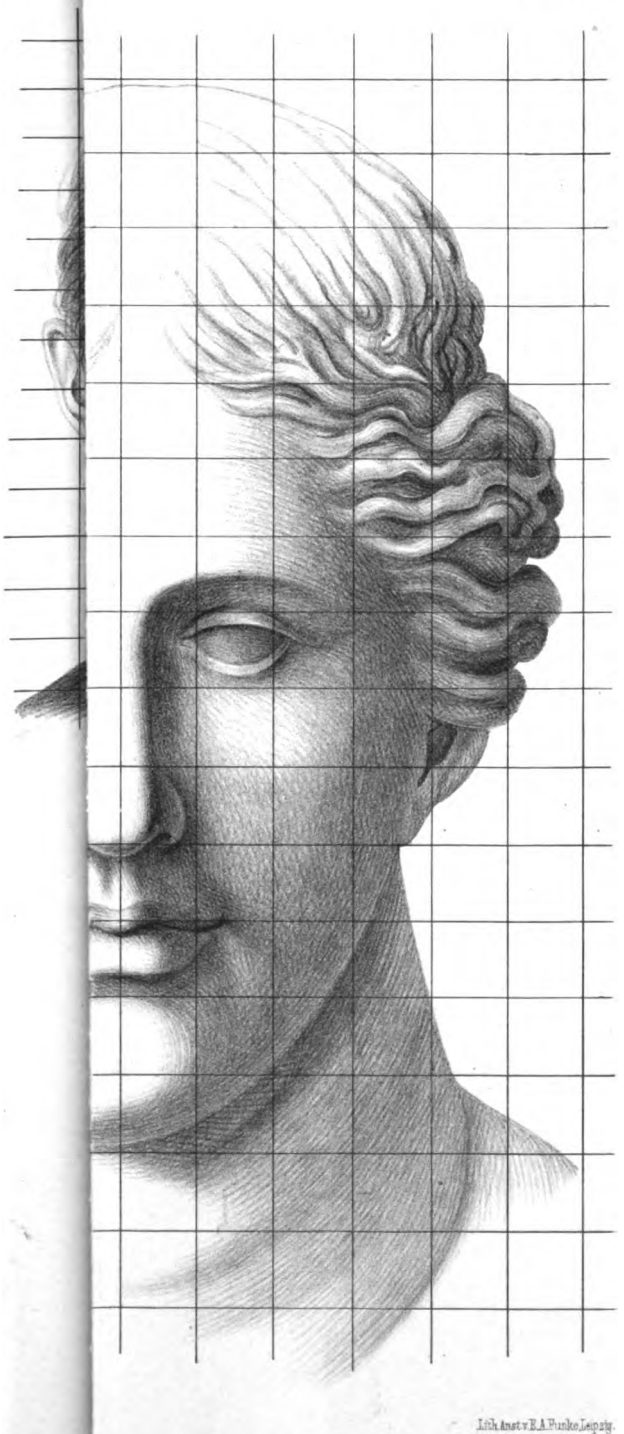
Fig. 33.

Fig. 19.



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

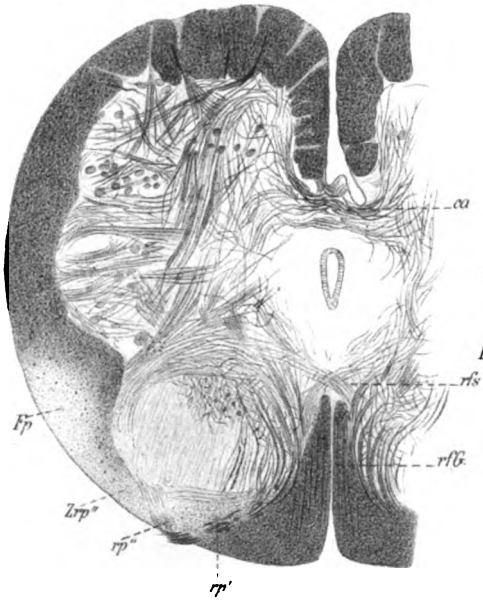


Fig. 2.

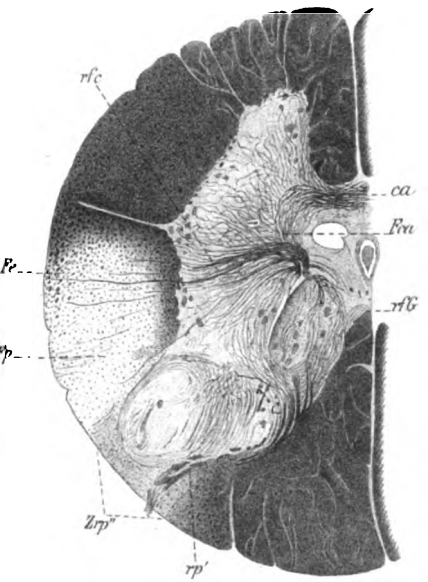


Fig. 3.

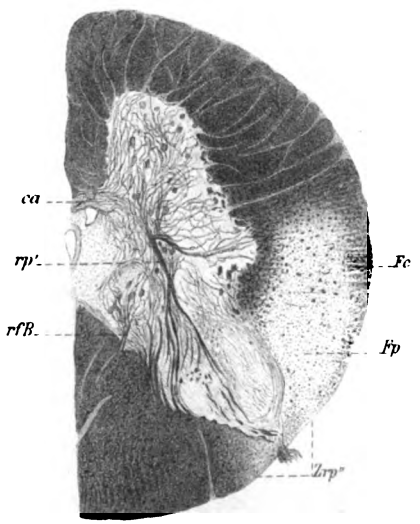
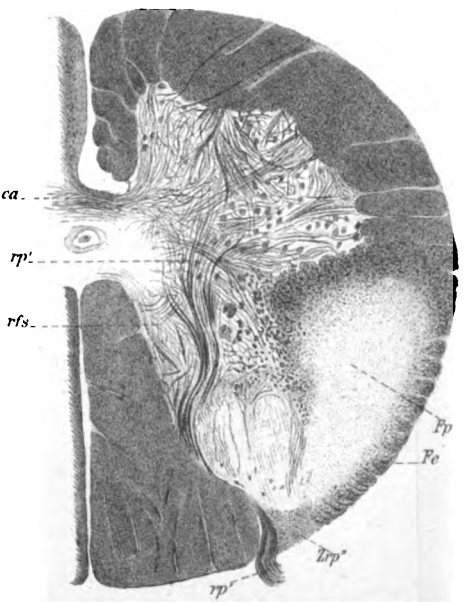


Fig. 4.



Beobterew del. Verlag Veit & Comp. Leipzig. Lith. Anst. v. F. A. Pierer, Leipzig.

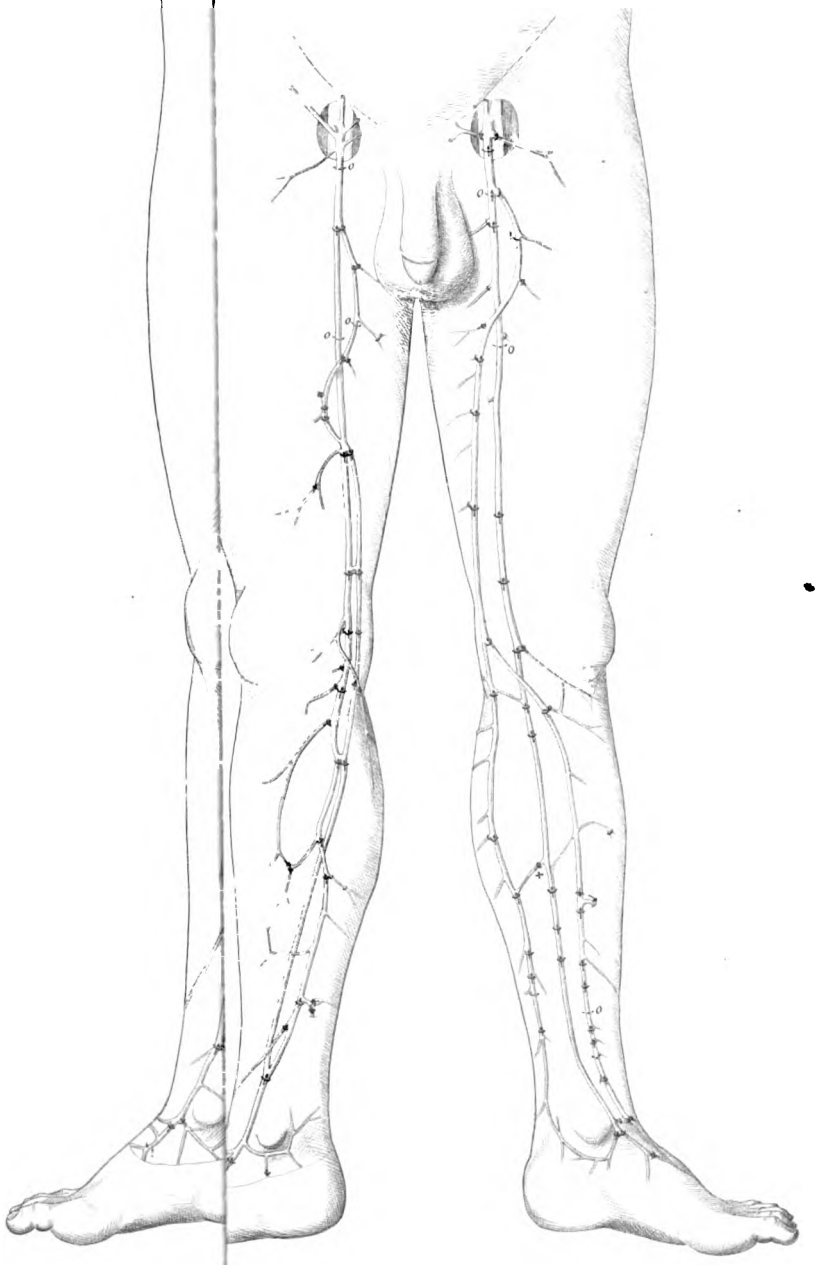
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

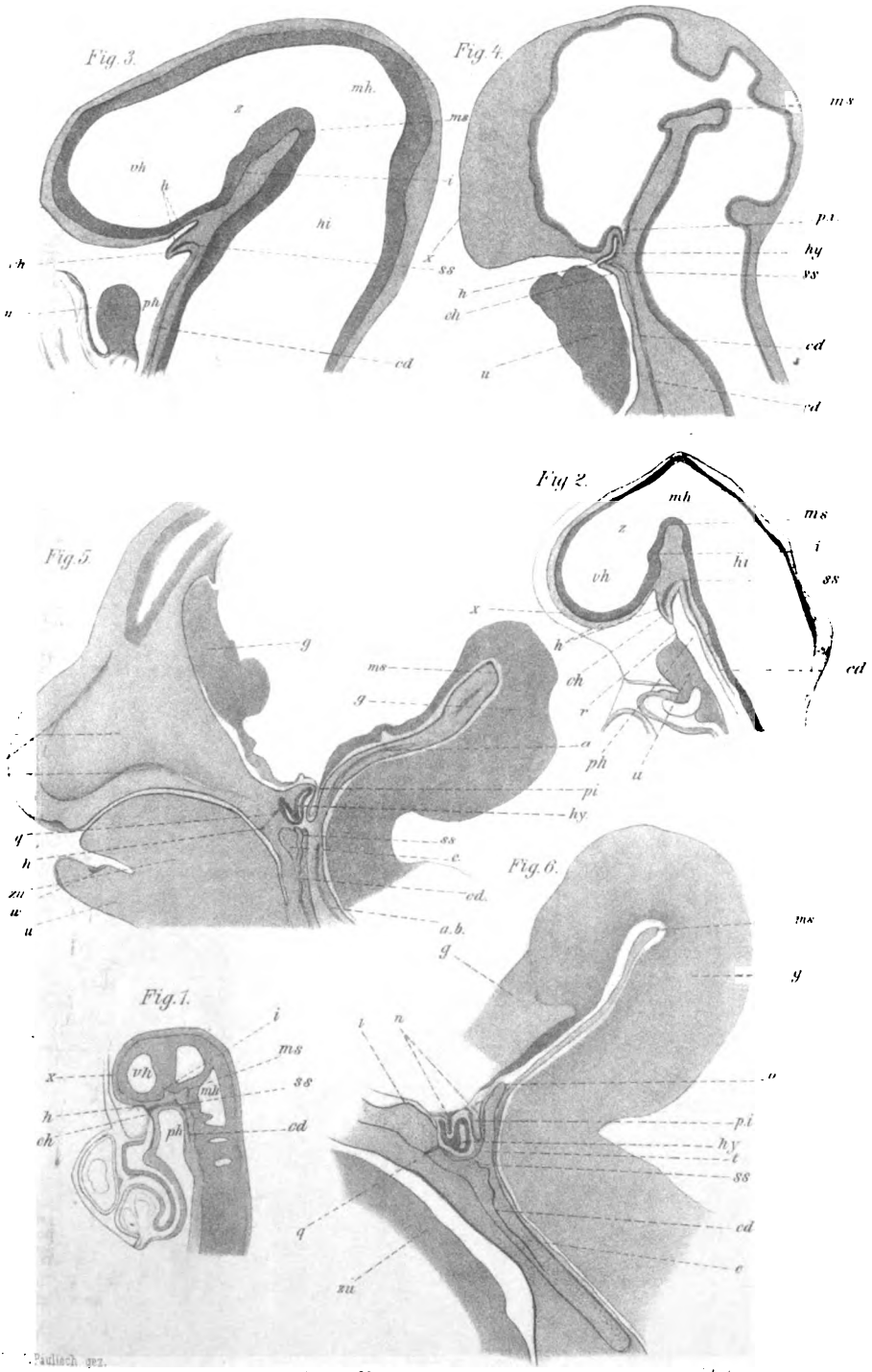
Fig. 2.



Lith. Anst. v. L. A. Funke, Leipzig

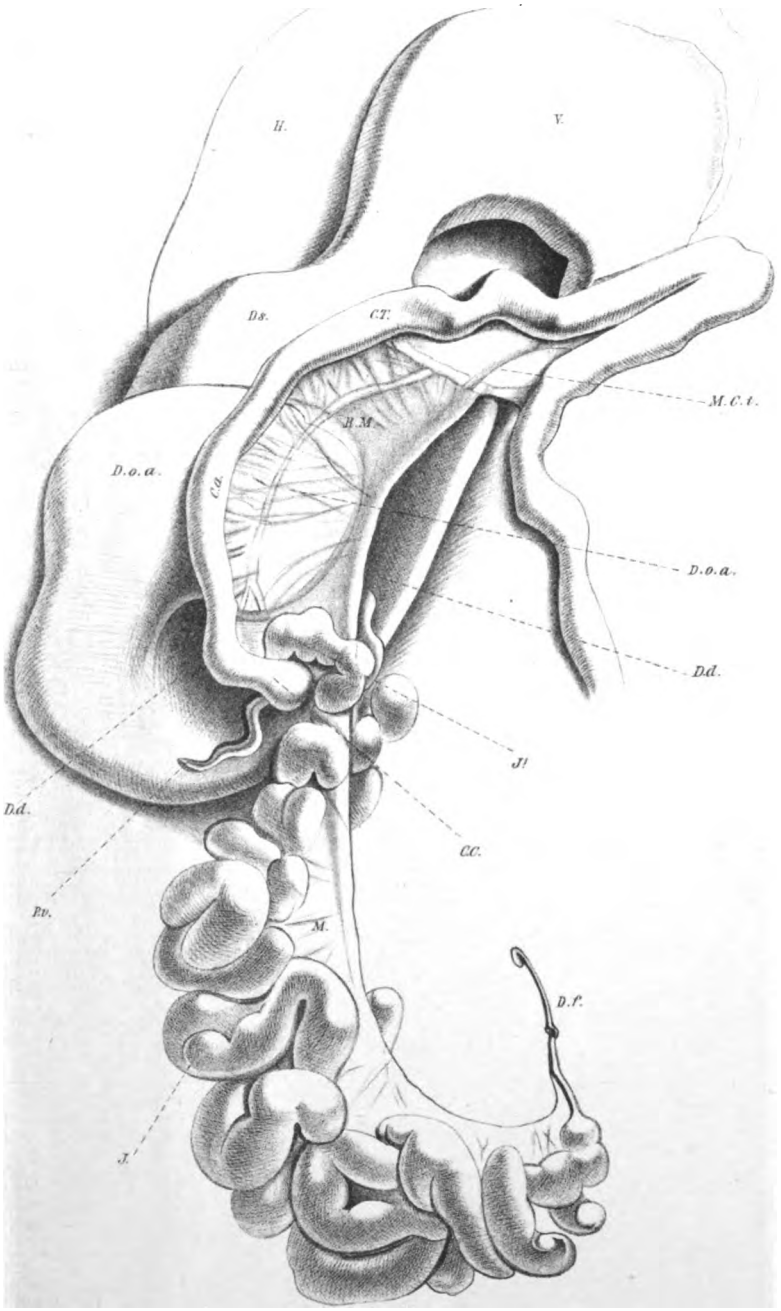
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

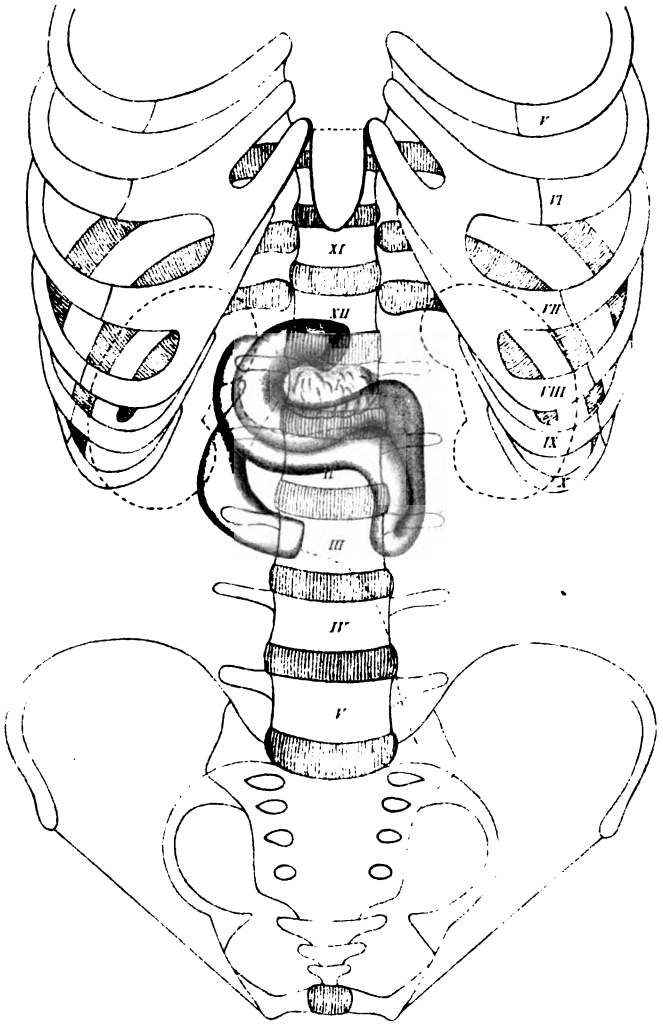
Digitized by Google



Veit & Comp.

Digitized by Google

Digitized by Google



Veit & Comp.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

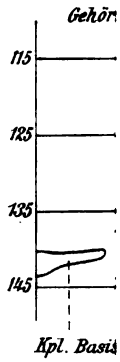


Fig. 7.

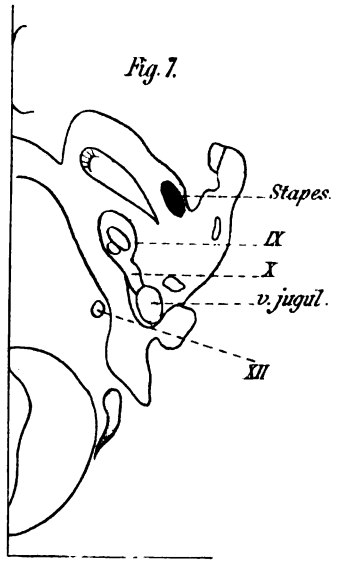
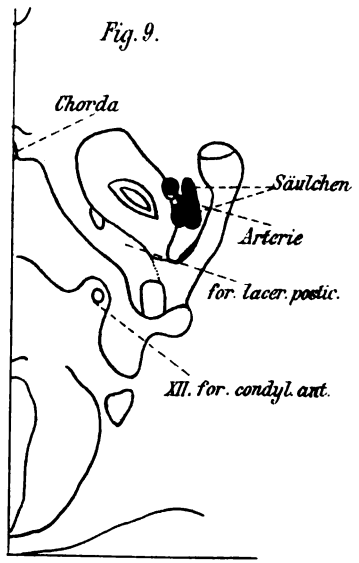


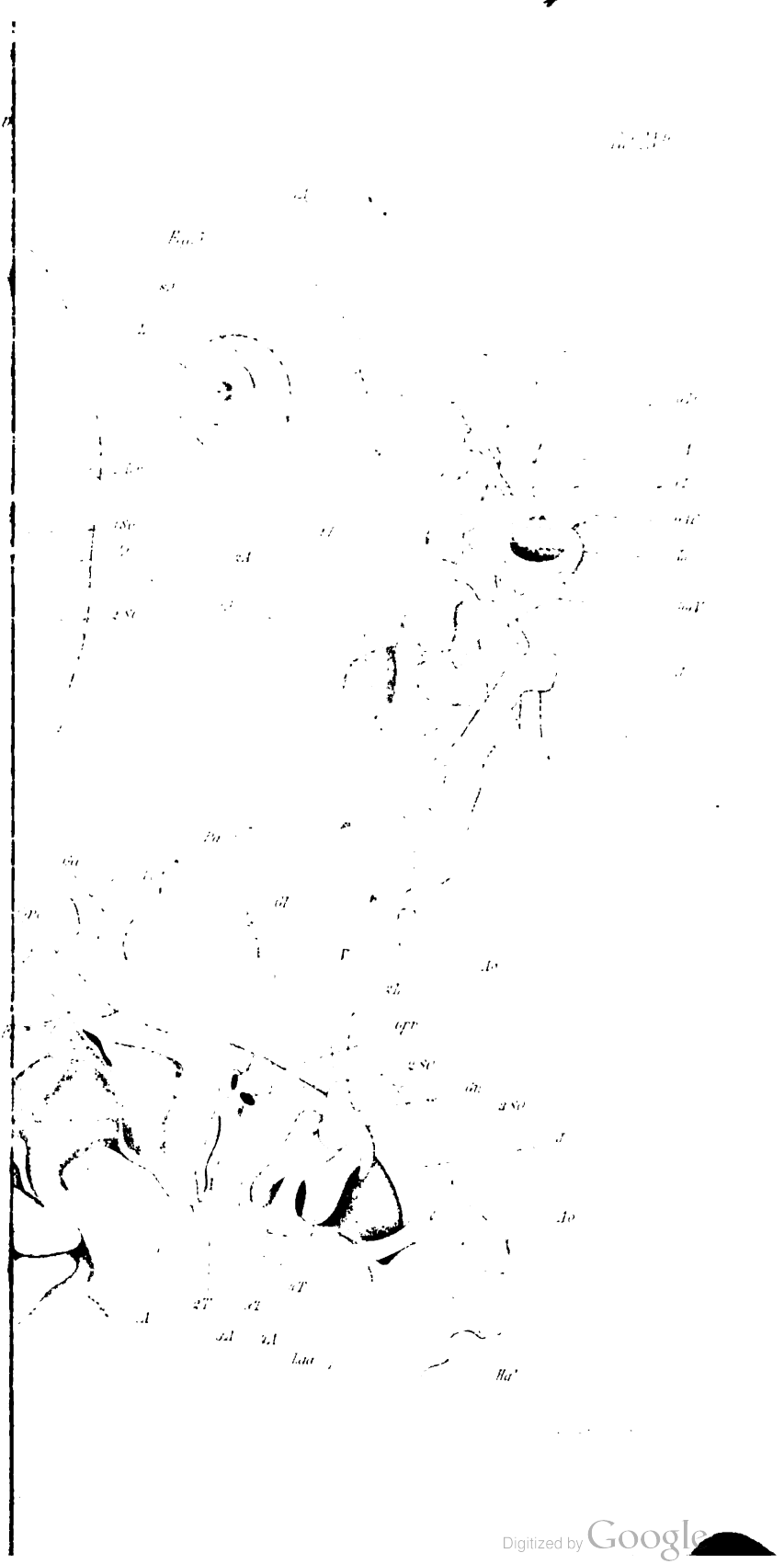
Fig. 9.



Lith. Anst. v. F. A. Funke Leipzig

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 12.

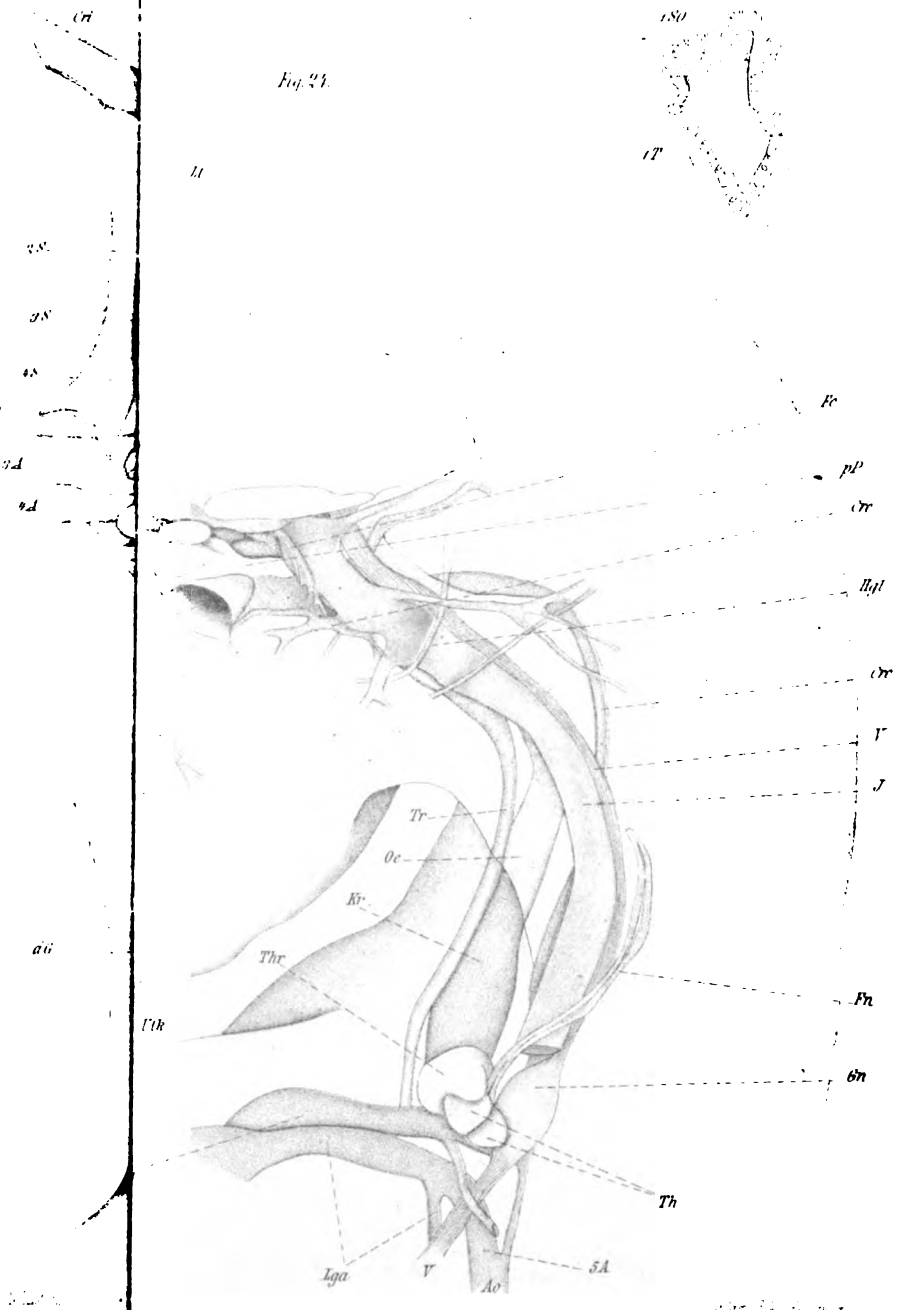
Fig. 17.

Digitized by Google

Digitized by Google

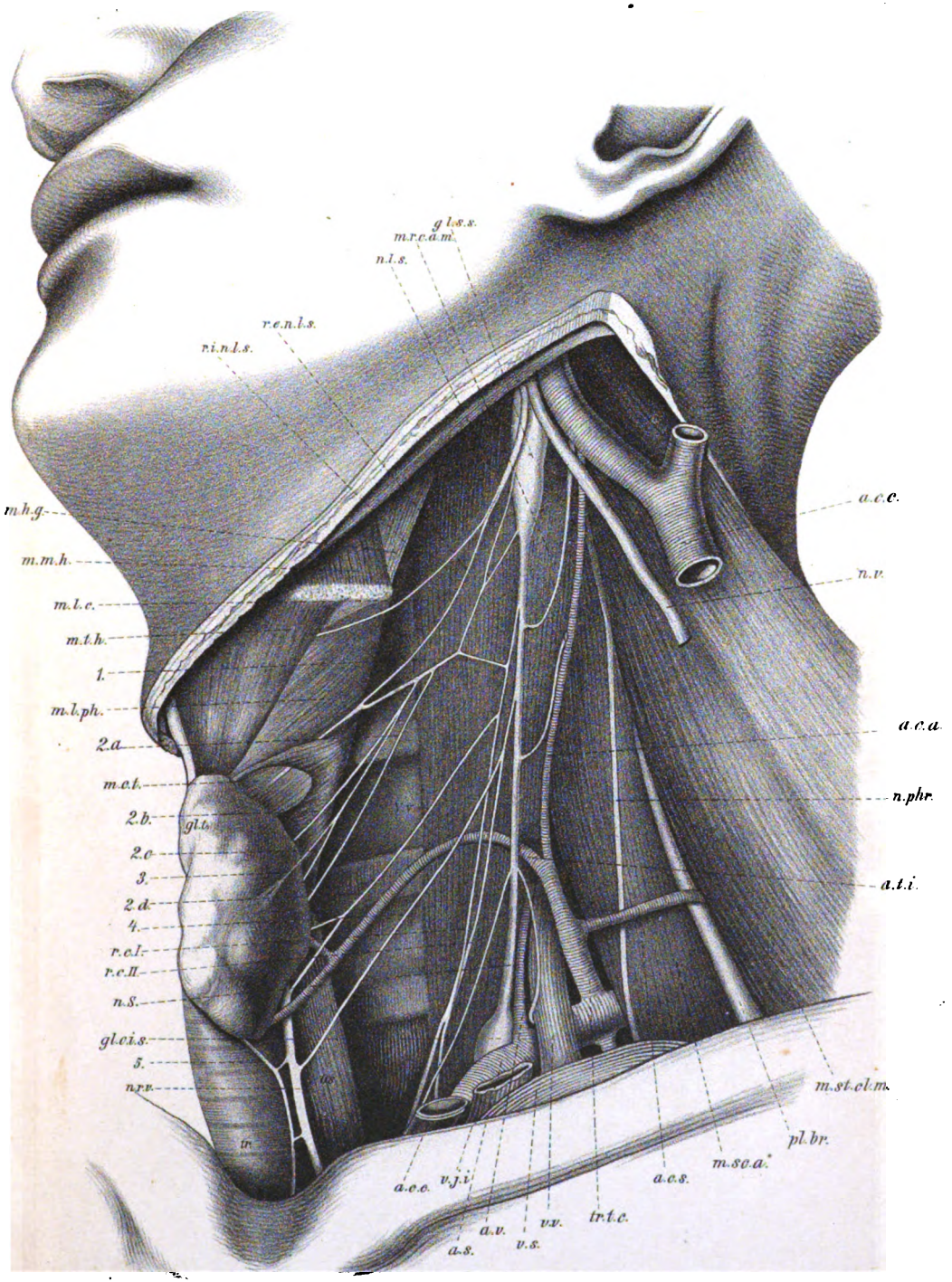
Fig. 21.

Fig. 21.



Digitized by Google

Digitized by Google



Verlag Veit & Comp, Leipzig.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Franklin P. Mall, Entwickelung der Branchialbogen und -Spalten des Hühnchens. (Hierzu Taf. I—III.) 1

Dmitriy Tataroff, Ueber die Muskeln der Ohrmuschel und einige Besonderheiten des Ohrknorpels. (Hierzu Taf. IV.) 35

Albrecht Budge, Untersuchungen über die Entwickelung des Lymphsystems beim Hühnerembryo. (Hierzu Taf. V u. VI.) 59

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die **anatomische Abtheilung** sind an

Professor Dr. **W. His** oder Professor Dr. **W. Braune**

in Leipzig,

Beiträge für die **physiologische Abtheilung** an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**

in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung,** die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

Digitized by Google

7383
Jan. 9. 1888

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1887.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

VIERTES UND FÜNFTES HEFT.

MIT DREI ABBILDUNGEN IM TEXT UND SIEBEN TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1887.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

M. Straub, Die Lymphbahnen der Hornhaut 179

Otto Paulisch, Das vordere Ende der Chorda dorsalis und der Franck'sche Nasenkamm. (Hierzu Taf. XIII.) 187

Hermann Born, Ein seltener Fall von angeborener Atresie und Durchtrennung des Darmrohres mit entwickelungsgeschichtlich interessanten Verhältnissen am Peritoneum. (Hierzu Taf. XIV.) 216

P. Schiefferdecker, Beiträge zur Topographie des Darmes. (Hierzu Taf. XV.) 235

Werner von Noorden, Beitrag zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschlicher Embryonen. (Hierzu Taf. XVI.) 241

N. Kastschenko, Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens. (Hierzu Taf. XVII—XIX.) 258

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die **anatomische Abtheilung** sind an

Professor Dr. **W. His** oder Professor Dr. **W. Braune**
in Leipzig,

Beiträge für die **physiologische Abtheilung** an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung**, die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

Digitized by Google

4

7383
Mar. 26 1888.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,
PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1887.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

SECHSTES HEFT.

MIT NEUNZEHN ABBILDUNGEN IM TEXT UND EINER TAFEL.

LEIPZIG,

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Carl Strecker, Ueber die Condylen des Hinterhauptes 301

T. Drobnik, Topographisch-anatomische Studien über den Halssympathicus. (Hierzu Taf. XX.) 339

Wilhelm His, Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung 368

Wilhelm His, Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven 379

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die **anatomische Abtheilung** sind an

Professor Dr. **W. His** oder Professor Dr. **W. Braune**
in Leipzig.

Beiträge für die **physiologische Abtheilung** an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung**, die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Acme
Bookbinding Co., Inc.
300 Summer Street
Boston, Mass. 02210

Digitized by Google

3 2044 093 344 505

Digitized by Google